Д. В. САМОДУРОВ

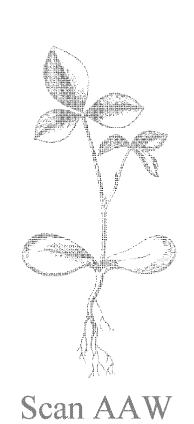
100 ВОПРОСОВ И ОТВЕТОВ ПО ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ ЗВУКОЗАПИСИ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 775

Д. В. САМОДУРОВ

100 ВОПРОСОВ И ОТВЕТОВ ПО ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ ЗВУКОЗАПИСИ



«ЭНЕРГИЯ»
Ленинградское отделение
1971

УДК 681 84/85

Самодуров Д. В.

С17 **100 вопросов и ответов по любительской звукозаписи. Л., «Энергия», 1971.**

120 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека).

В книге рассматриваются 100 вопросов по любительской звукозаписи, большинство из которых возникает у радиолюбителей в процессе конструирования, изготовления и эксплуатации магнитофона. Ответы иллюстрируются схемами, чертежами и рисунками. Рассчитана на широкий круг читателей.

3-4-3 / **318-71** **6Ф2.7**

§ 1. МАГНИТНЫЕ ЛЕНТЫ

1. Какие существуют типы магнитных лент для звукозаписи, их размеры и основные характеристики?

В любом звукозаписывающем устройстве важнейшим элементом, характеризующим его технические показатели, является звуконоситель. В магнитной же записи — это двухслойная магнитная лента, состоящая из несущего слоя (основа), свойства которого определяют механические особенности ленты, и намагничиваемого (рабочего) слоя, определяющего электрические показатели.

В качестве материала несущего слоя, толщина которого $12 \div 50$ *мкм*, используется диацетилцеллюлоза (ДАЦ), триацетилцеллюлоза (ТАЦ), поливинилхлорид (ПВХ) и полиэтилентерефталат (ПЭ).

Для изготовления рабочего слоя, толщина которого у различных магнитных лент колеблется в пределах от 5 до 17 *мкм*, применяются мелкодисперсные порошки гаммаокисла железа ($\gamma \cdot Fe_2O_3$) и железо-кобальтовый феррит ($Co \cdot Fe_2O_3$), растворимые в связующем веществе.

Отечественная магнитная лента в СССР для массовых магнитофонов в настоящее время выпускается на основе диацетилцеллюлозы (типы 2, 6, 9 и на лавсановой основе тип 10). Лента типов 2 и 6 имеет общую толщину 50—55 *мкм* при толщине рабочего слоя 15 *мкм*, а 9 и 10 — толщину 34—37 *мкм* с рабочим слоем 10—12 *мкм*. Иногда ленты типов 6 и 9 выпускаются на триацетатной основе.

Тип ленты обозначается порядковым номером их разработки. На обратной стороне имеется маркировка, которая содержит название завода-изготовителя, тип ленты и шестизначный номер, две первые цифры которого обозначают год выпуска, а остальные — номер полива.

Все магнитные ленты для массовых магнитофонов имеют ширину 6,25 ± 0,05 *мм*. Некоторые зарубежные фирмы выпускают ленты шириной 3,81 *мм*.

Различные типы магнитных лент отличаются друг от друга не только их общей толщиной и материалом, из которого сделан несущий слой, а главным образом электроакустическими свойствами. Основные из них — чувствительность, частотная характеристика, нелинейные искажения, уровень записи и шума. Так, например, магнитная лента типа 6 лучше ленты типа 2, а именно: она вдвое чувствительнее, нелинейные искажения при максимальном уровне записи меньше в 1,25 раза, высокие частоты записываются на ней лучше примерно вдвое, а собственный шум ленты в три раза меньше.

Магнитные ленты типа 2 могут применяться в магнитофонах, имеющих скорости движения ленты 38,1; 19,05 и 9,53 *см/сек*, а тип 6 — для скоростей 38,1; 19,05; 9,53 и 4,76 *см/сек*. Ленты типа 9 и 10 применяются на скоростях: 19,05; 9,53 и 4,76 *см/сек*. Наряду с отечественными магнитными лентами в Советском Союзе распространены ленты фирмы «ОРВО» производства ГДР типов С, СН, CPR-50, CPR-35 и CPS-35, а также тип ТА-35 производства Польской Народной Республики.

Лента типа С аналогична отечественной типа 1 и применяется при скоростях 76,2 и 38,1 *см/сек*. Чувствительность этой ленты в 1,5 раза хуже, чем у ленты типа 2, и в 3 раза хуже, чем у ленты типа 6. Частотный диапазон ленты типа 1 и С уже, чем у лент типа 2. Магнитные ленты типов СН и CPR аналогичны ленте типа 2, только первые имеют нелинейные искажения в 1,5 раза меньше.

Магнитная лента типа CPS-35 аналогична ленте типа 6 по частотной характеристике и нелинейным искажениям, но общая толщина ее меньше — 35 *мкм*.

2. Что такое копирэффект и меры борьбы с ним?

При внимательном прослушивании магнитофонных записей в паузах, при отсутствии шумов и прочих помех, можно ясно, но не громко услышать повторение предыдущего сигнала, а при продолжительной паузе даже неоднократное. Такое явление напоминает эхо и в практике магнитной записи носит название копирэффект.

Дело в том, что магнитная лента, на которой произведена запись, как правило, сматывается на катушку или

сердечник, и сильно намагниченные участки ленты, в свою очередь, намагничивают находящиеся в непосредственном соприкосновении участки ленты, иногда соответствующие паузе. В результате при последующем воспроизведении этой ленты слышно многократное повторение одного и того же сигнала. Копирэффект особенно ощутим в записях, сделанных на больших скоростях, например при 38,1 и 19,05 *см/сек.*

Кардинальных методов борьбы с копирэффектом пока нет, но некоторые практические приемы дают положительные результаты. Для полного уничтожения копирэффекта необходимо устранить контакт между отдельными участками ленты, а это значит — не сматывать ее в рулон. Так иногда и поступают. Записанную ленту не сматывают тотчас же на катушку или сердечник, а после тон-вала магнитофона «самотеком» пускают ее в корзину или коробку, на борту которой по окончании записи закрепляют конец ленты. После записи в таком состоянии ленту выдерживают не менее 24 часов, желательно при пониженной температуре, а потом аккуратно, чтобы не запутать, наматывают на катушку или сердечник и производят прослушивание обычным способом. Правда, это мероприятие имеет ряд неудобств, но в сильной степени снижает копирэффект.

При производстве записей необходимо следить по индикатору за уровнем записываемого сигнала, не допуская перемодуляции, которая увеличивает копирэффект.

3. Какие существуют катушки и сердечники для магнитных лент, их форма, размеры и емкость?

Магнитные ленты должны быть намотаны на соответствующие приспособления, позволяющие расположить их на лентопротяжных механизмах. В качестве таковых используются пластмассовые катушки (рис. 1, *а*), металлические сердечники (рис. 1, *б*) и специально разработанные кассеты. В обиходе иногда называют пластмассовые катушки кассетами. Это не совсем правильно, так как в последнее время появились магнитофоны («Десна»), где магнитная лента, так же как кинолента в некоторых киносъемочных камерах, размещена в специальных футлярах-кассетах. Промышленность выпускает катушки шести размеров; каждому размеру присвоен номер, соответствующий наружному диаметру катушки в сантиметрах (см. табл. 1.)

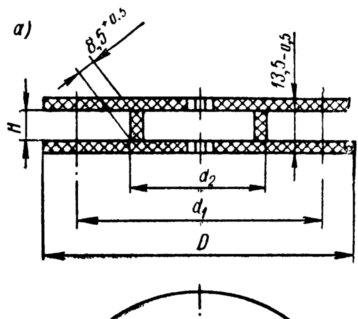
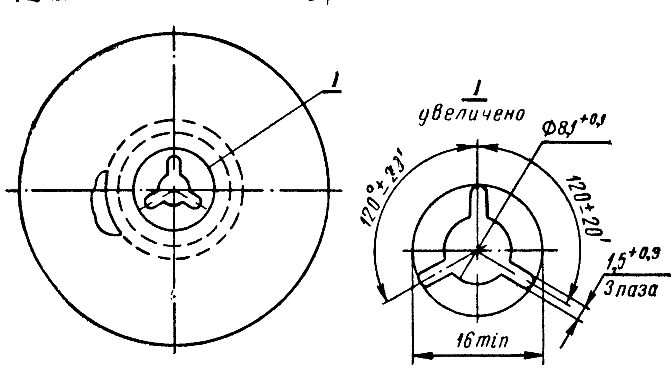
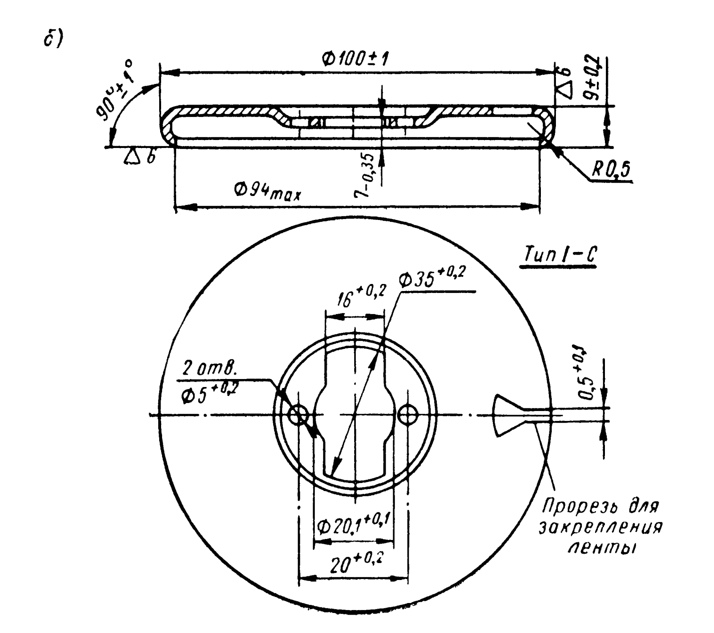


Рис. 1. Катушки и сердечники для намотки магнитных лент шириной 6,25 *мм*: катушка типа *1* (*а*); сердечники типа *1* (*б*).





Магнитные ленты, предназначенные для применения в бытовых и любительских магнитофонах, должны быть намотаны на катушки рабочим слоем внутрь. На метал-

К рисунку 1

Типы катушек	Номера катушек	Ориентировочная емкость катушек в *м* для лент толщиной 55 *мкм*	*D*		d_1 не менее	d_2		Вес в *г*, не более
			Номин.	Дополн. откл.		Номин.	Дополн. откл.	
1	7,5	50	76	+2	65	35	+1	20
	10	100	102		90			25
	13	180	127			45		45
	15	250	146			50		65
	18	350	178			60		85

Таблица 1

Номер катушки	Наружный диаметр катушки, *мм*	Ориентировочная емкость катушек, *м* при толщине ленты, *мкм*		Ориентировочная продолжительность записи одной дорожки, *мин* при скоростях *см/сек*					
				19,05 при ленте толщиной, *мкм*		9,53 при ленте толщиной, *мкм*		4,76 при ленте толщиной, *мкм*	
		55	37	55	37	55	37	55	37
7,5	76	50	75	4,5	6,7	9	13,5	18	27
10	102	100	150	8,7	13	17	25	35	50
13	127	180	270	15	22	30	45	60	90
15	147	250	370	22	33	44	65	88	130
18	178	350	520	30	52	60	90	120	180

лических сердечниках, которые в отличие от пластмассовых катушек не имеют боковых ограничителей, наша промышленность, а также фирма «ОРВО» (ГДР), выпускает магнитные ленты в рулонах емкостью в 1000 *м* плотной ровной намотки, у которых рабочий слой обращен наружу рулона.

4. Как размотать рулон магнитной ленты с сердечником на катушки различной емкости?

Магнитные ленты в рулонах на сердечниках предназначены в основном для применения в студийных магнитофонах, а в бытовых и любительских применяются катушки различных номеров. У любителей может встретиться необходимость перемотать рулон магнитной ленты на катушки необходимых емкостей. В том случае, когда на сердечнике имеется небольшое количество ленты и общий диаметр не превышает максимально допустимого размера катушки в данном магнитофоне, перемотку с сердечника на катушку можно осуществить на имеющемся магнитофоне. Для этого надо сделать вкладыш из дерева или металла, соответствующий центральному отверстию в сердечнике, и два диска из картона или дюраля толщиной 1—2 *мм* и диаметром допустимого размера катушек данного магнитофона. Далее на подкатушник, с которого будет сматываться лента, кладутся заготовленные диск и вкладыш, а магнитную ленту с сердечником устанавливают на диск. Конец ленты заправляют в катушку, на которую будет перематываться лента, а поверх сматываемого рулона кладется второй диск. Включают магнитофон на перемотку, а рукой осторожно притормаживают верхний диск.

В том случае, когда требуется размотать рулон большой емкости, например в 1000 *м*, следует сделать следующее приспособление. Из картонной подложки упаковочной коробки ленты с вкладышем под отверстие сердечника вырезается по окружности рулона диск. Во вкладыше просверливается точно в центре сквозное отверстие диаметром 7,1 *мм*. Для перемотки берется электропроигрыватель (в сеть включать не нужно), на диск его устанавливается подготовленная подложка с рулоном ленты, а электропроигрыватель устанавливается на столе так, чтобы лента была на том же уровне, что и катушки магнитофона, на котором будет осуществляться перемотка. В катушку заправляется начало магнитной ленты, включается магнитофон на перемотку, а ладонью руки слегка притормаживается разматываемый рулон.

5. Как определить количество магнитной ленты, намотанной на катушку или сердечник?

В том случае, когда катушка соответствующего номера заполнена магнитной лентой полностью, зная тип

и общую толщину ленты, нетрудно определить по табл. 1 количество ленты в данной катушке.

Метраж ленты можно определить по времени записи или воспроизведения. Так, при скорости движения ленты в 9,53 *см/сек* за 1 *мин* через головку записи или воспроизведения пройдет 5,7 *м* ленты, а за 1 *ч* — 342 *м*. Таким образом, замерив время в минутах или секундах от пуска и до «стоп» магнитофона и помножив его на скорость продвижения, вы определите метраж ленты.

6. Что такое ракордная лента?

К магнитным лентам с записью рекомендуется в начале и конце рулона подклеивать отрезки длиной в 50—250 *см* специальной ленты, которые называются ракордами (как, например, у контрольно-измерительных лент и у магнитофильмов). Эта лента имеет такую же ширину 6,25 *мм*, изготовляется из тех же материалов, что и несущий слой магнитных лент (несколько толще), но вместо рабочего феррослоя на ее поверхность с одной стороны наносится слой краски.

В эксплуатации и производстве магнитофильмов принято, что ракорд красного или розового цвета означает конец магнитофильма или части. Началу магнитофильмов на скорости продвижения в 76,2 *см/сек* соответствует ракорд белого цвета, на скорости в 38,1 *см/сек* — зеленого цвета, на скорости в 19,05 *см/сек* — желтого цвета и на скорости в 9,53 *см/сек* — синего цвета. На начальном ракорде пишется наименование магнитофильма, исполнитель и хронометраж.

7. Как правильно хранить и эксплуатировать магнитные ленты?

Чтобы магнитная лента долго сохраняла хорошее качество, необходимо ее правильно хранить. Ухудшение физико-механических и электроакустических свойств лент происходит из-за изменений свойств несущего слоя. Магнитные свойства лент даже при длительном хранении практически не изменяются, но неправильное хранение и эксплуатация делают их хрупкими, подверженными частым обрывам и вытягиванию, а в записях могут появиться участки с резкими провалами в громкости. Рекомендуется магнитные ленты (с записями и без записи) упаковывать в полиэтиленовые конверты и картонные коробки, на одной стороне которой желательно помещать перечень записей, исполнителей, метраж (по счетчику

магнитофона) или время звучания, скорость и дату записи. Размещать их следует на полках в вертикальном положении, вдали от отопительных приборов и не подвергать воздействию прямых солнечных лучей.

Не рекомендуется катушки с лентой оставлять в магнитофоне после проигрывания. В помещении, где хранится магнитная лента, должна быть температура не выше 20° С и относительная влажность воздуха 55—60%. Магнитные ленты с записью, магнитофильмы и контрольно-измерительные ленты следует оберегать от воздействия сильных магнитно-силовых полей (от мощных трансформаторов, электродвигателей, микрофонов, громкоговорителей и т. п.). При транспортировке избегать моторных вагонов электропоездов и трамваев.

Для увеличения срока службы лент существенное значение имеет правильная эксплуатация их, а также насколько хорошо и правильно в магнитофоне отрегулирован лентопротяжный механизм: степень натяжения ленты при подмотке и перемотке, работа тормозных устройств, точность расположения направляющих колонок и т. п. То же самое относится и к качеству катушек; щеки их должны иметь гладкую и ровную поверхность, центровое отверстие должно соответствовать штырю подкатушника магнитофона, а края прорези для заправки ленты не должны быть острыми.

8. Размагничивание магнитофильмов.

В подавляющем большинстве конструкций магнитофонов предусмотрена возможность при каждой новой записи на магнитной ленте автоматическое стирание ранее сделанной записи. Но не все магнитофоны это могут осуществить. Иногда в рулоне магнитной ленты, подлежащей записи, могут оказаться участки с сильно перемодулированной записью, которые даже после многократного стирания полностью не исчезают (например, ленты типа СН). Поэтому магнитные ленты (кроме новых), подлежащие записи, рекомендуется предварительно размагничивать. Делают это при помощи специального электромагнита, включаемого в сеть переменного тока. Он представляет собой катушку с обмоткой и не замкнутым сердечником. Обмотка для сети 220 *в* должна иметь 1680 *вит*. провода ПЭЛ 0,38 *мм*; железо Ш-20; набор 28 *мм*.

Наша промышленность выпускает такие электромагниты, и они имеются в продаже. Процесс размагничи-

вания рулона или катушки магнитной ленты происходит следующим образом. Электромагнит на расстоянии примерно 0,5—1 *м* от рулона включают в сеть переменного тока, потом подносят торцом почти вплотную к рулону, не касаясь его, и медленно проводят над поверхностью несколько раз так, чтобы подвергнуть воздействию электромагнита всю поверхность рулона. После этого электромагнит медленно удаляют на то же расстояние, что было в момент включения, и выключают ток. Рекомендуется рулон перевернуть на другую сторону и проделать то же самое еще раз.

9. Как делать монтаж из звукозаписей?

Осуществление монтажа звукозаписей, сделанных на магнитной ленте, является величайшим преимуществом магнитной звукозаписи перед всеми другими способами. Обладая соответствующими навыками и практическим опытом, можно удалять различные дефекты, как длительные, так и кратковременные, например отдельные слоги, буквы, вздохи, щелчки, а также вставлять объявления, комментарии, позывные, звуковые сигналы и пр.

Монтаж звукозаписей можно производить двумя способами — путем перезаписи отдельных участков, подлежащих монтажу в требуемой последовательности на другую магнитную ленту или путем разрезания и склейки отдельных кусков фонограммы.

Для осуществления монтажа магнитофильмов первым способом необходимо иметь два магнитофона с одинаковыми скоростями продвижения ленты. При этом надо следить, чтобы уровень записей был одинаков и отсутствовали бы помехи и наводки.

Монтаж звукозаписей путем разрезания и склейки отдельных кусков магнитофильма осуществляется на магнитофоне с помощью ножниц, специального клея или липкой ленты. Но так можно монтировать только однодорожечную запись или одну из дорожек при многодорожечной записи, так как записи на других дорожках будут ликвидированы. Разрезание ленты лучше всего производить диамагнитными ножницами, сделанными из латуни или пластмассы, а в случае отсутствия таковых, обычными стальными ножницами, но желательно не магнитными, иначе в местах склеек будут слышны щелчки и могут намагнититься головки, направляющие колонки и другие детали магнитофона.

Для склеивания применяется специальный клей, представляющий собой прозрачную, легковоспламеняющуюся жидкость, которая очень быстро испаряется, и поэтому рекомендуется хранить его в плотно закрывающихся флаконах.

Клей для магнитных лент бывает в продаже, а также можно его составить самому по нижеследующим рецептам.

1. Для основы из диацетилцеллюлозы (ДАЦ): 50 *см*³ ацетона, 25 *см*³ ацетилацетата, 25 *см*³ уксусной ледяной кислоты.

2. Для основы из триацетилцеллюлозы (ТАЦ): 75 *см*³ хлороформа, 25 *см*³ этиленхлоргидрида или 50 *см*³ диоксана, 50 *см*³ ацетона.

3. Для основы из поливинилхлорида (ПВХ): 98 *см*³ циклогексанона, 2 *см*³ циклогексанола.

При склеивании концы лент должны перекрывать друг друга на 5—8 *мм*, причем конец с подающей катушки должен быть нижним, а от подматывающей — верхним. При этом концы следует обрезать не прямо, а под углом 45°, чтобы склейка была менее заметна на слух. Клей наносят выструганной из дерева лопаточкой или стеклянной палочкой (но не отверткой), покрывая равномерно им поверхность склеиваемого участка. Конец второй ленты не смачивают клеем, а быстро, ровно и точно накладывают на покрытое клеем место и сжимают склейку пальцами в течение 10—15 *сек*. После того как лента склеилась, ее следует сразу же намотать на катушку, так как иначе место склейки может быть волнистым. Спустя 30—40 *сек* ленту можно воспроизводить или перематывать. Точное определение в фонограмме участка, подлежащего удалению, или места вставки делается путем нескольких прослушиваний данного участка фонограммы. Будучи уверенным в том, что место разреза находится точно перед щелью головки воспроизведения, мягким карандашом в этом месте на магнитной ленте наносится отметка. По этим разметкам и ведется монтаж.

10. Какие существуют конструкции кассет, в том числе и с бесконечной лентой, для непрерывной записи и воспроизведения?

В отечественном магнитофоне «Десна» и в некоторых портативных магнитофонах зарубежных фирм магнитную

ленту располагают в специальных кассетах, смена которых занимает очень мало времени и автоматически обеспечивается правильное и точное расположение магнитной ленты в лентопротяжном механизме. Магнитная лента в таких кассетах применяется особо тонкая 12—18 *мкм*, шириной 3,81 *мм*. Иногда на магнитофоне требуется многократное повторение одной и той же записи. Тогда используется специальная кассета, в которой размещается отрезок магнитной ленты с требуемой записью (или для предстоящей записи), склеенный в бесконечное кольцо.

Описание таких кассет помещено в журнале «Радио», № 6 за 1964 г., стр. 49 и в № 2 за 1969 г., стр. 27.

11. Можно ли определить ширину и расположение звуковых дорожек, записанных на магнитной ленте?

Отличить магнитную ленту с записью от чистой, определить ширину и расположение звуковых дорожек без соответствующей ее обработки невозможно. Для этого необходимо приготовить суспензию (раствор) карбонильного железа в бензине. Мелкодисперсный порошок карбонильного железа можно приготовить, воспользовавшись карбонильным сердечником, применяемым для постройки контурных катушек, измельчив и растерев его очень тщательно в фарфоровой ступке. Один грамм такого порошка растворяют в 100 *см*³ чистого бензина. В полученную суспензию, предварительно взболтанную, опускают на несколько секунд участок магнитной ленты с записью, подлежащий проверке и измерению. После извлечения ленты из раствора необходимо дать возможность бензину высохнуть. На обработанном таким образом участке магнитной ленты дорожки с записью будут видимыми благодаря осевшему на них порошку карбонильного железа. Воспользовавшись лупой и измерительным инструментом замеряют ширину дорожек и промежутки между ними.

§ 2. ЛЕНТОПРОТЯЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ МАГНИТОФОНОВ

12. Что такое детонация?

Периодические изменения (колебания) скорости движения магнитной ленты при записи и воспроизведении, которые вызывают искажения сигнала, называются детонациями.

Величина их оценивается коэффициентом детонации и определяется отношением амплитуды колебаний скорости движения магнитной ленты к среднему значению скорости, выраженным в процентах:

$$\frac{\Delta v}{v_{\text{ср}}} \cdot 100\%.$$

Детонация воспринимается человеческим ухом по-разному. Если частота колебаний скорости достаточно низкая (до 10 *гц*), то она воспринимается на слух как периодическое изменение высоты тона, что принято называть «плаванием». Если же частота колебаний скорости выше указанного предела, то детонация воспринимается как «дрожание» и «хриплости» звучания. Искажения, обусловленные медленным колебанием скорости движения магнитной ленты, принято называть *детонациями первого рода*, а колебания скорости движения звуконосителя, превышающие 10 *гц*, называются *детонациями второго рода*.

Студийные магнитофоны имеют коэффициент детонации в пределах $\pm(0{,}15 \div 0{,}25)\%$, бытовые и любительские конструкции $\pm(0{,}3 \div 0{,}8)\%$, а в диктофонах для записи речи $\pm 2\%$.

Причины, вызывающие детонации, могут быть следующие: биение тон-вала, неравномерная скорость его вращения, эксцентриситет прижимного валика, растяжение магнитной ленты, неравномерное ее натяжение и т. п.

13. Каким основным требованиям должен соответствовать лентопротяжный механизм любительского магнитофона?

Лентопротяжный механизм магнитофона предназначен для продвижения магнитной ленты по рабочей поверхности магнитных головок при записи и воспроизведении и для ускоренной перемотки ее в обоих направлениях. К нему предъявляются следующие требования.

1. Высокостабильное с постоянной заданной скоростью продвижение магнитной ленты. Допустимо отклонение при скоростях 19,05 и 9,53 *см/сек* $\pm 2\%$ и при скорости 4,76 *см/сек* $\pm 3\%$.

Во время движения должны обеспечиваться плотный контакт ленты с рабочими поверхностями магнитных головок и отсутствие поперечных и продольных колебаний ее.

2. Ускоренная перемотка ленты в прямом и обратном направлениях с отводом ее от магнитных головок. При этом подающая катушка должна подтормаживаться, чтобы наматываемый рулон на приемной катушке был достаточно плотным и ровным, а время перемотки не превышало 180 *сек.*

3. Быстрая остановка магнитной ленты при рабочем ходе, при ускоренной прямой и обратной перемотках с помощью коммутации и тормозных устройств, не допускающих обрывов и спутывания ее.

4. Отсутствие механических перегрузок магнитной ленты при всех режимах работы. Максимальная нагрузка допустима в пределах 300—1000 *г* в зависимости от толщины применяемой магнитной ленты.

5. Удобная и быстрая заправка магнитной ленты; отвод прижимного ролика от ведущей оси в режиме «стоп», минимальное количество направляющих и обводных роликов.

6. Запуск и остановка лентопротяжного механизма должны происходить без особых усилий, громких щелчков и ударов.

7. Минимальный уровень акустических шумов и вибраций во время работы и перемотки.

8. Желательно для удобства эксплуатации магнитофона в лентопротяжном механизме предусмотреть применение автоматической остановки ленты в конце рулона или при обрыве (автостоп), автоматический переход на очередную дорожку в конце рулона, сочетаемый с изменением направления движения ленты, временную остановку ленты с работающим электродвигателем (кратковременный стоп), указатель места записи (счетчик метража) и т. п.

14. Каковы характерные особенности лентопротяжных механизмов с тремя, двумя и одним электродвигателем?

Выполнение указанных выше требований наиболее осуществимо лентопротяжными механизмами с применением трех электродвигателей, так как функции продвижения магнитной ленты с постоянной скоростью, равномерное натяжение ее, подмотка и ускоренная перемотка распределены между электродвигателями. Такой лентопротяжный механизм, хорошо отрегулированный и налаженный, может обеспечить наиболее стабильную

скорость продвижения магнитной ленты и хорошую намотку ее на катушки или сердечники. Отсутствие узлов и деталей для передачи вращения (пассиков, фрикционов и т. п.) делает лентопротяжный механизм с тремя электродвигателями несколько проще по устройству и надежнее в работе.

Недостатки его в основном имеют экономический характер: высокая стоимость и большой расход потребления электроэнергии, а также большие габариты и вес.

Лентопротяжные механизмы с одним электродвигателем сложнее. Они, как правило, имеют три самостоятельных узла: ведущий — обеспечивающий равномерное продвижение магнитной ленты; приемный — осуществляющий подмотку магнитной ленты при рабочем ходе и перемотку ее вперед; подающий — с которого магнитная лента направляется к магнитным головкам и перематывается обратно. Применение их в магнитофонах связано с изготовлением сложных механических деталей, которые осуществимы в условиях хорошо налаженного и оснащенного производства и малодоступны любителям. И тем не менее, магнитофоны с одним электродвигателем как промышленные, так и любительские, имеют широкое распространение. Они безусловно дешевле, легче и компактнее.

Применение двух электродвигателей практикуется в основном в магнитофонах с батарейным питанием. С целью повышения эксплуатационной надежности контактов центробежного регулятора ведущего электродвигателя его не используют для перемотки магнитной ленты, а осуществляют это дополнительным электродвигателем.

15. Какие существуют способы передачи вращения с электродвигателя на тон-вал?

Ведущий узел может выполняться в виде отдельного привода, состоящего из маховика с тон-валом, двигателя и соответствующего редуктора, передающего движение с двигателя на ведущий вал.

Несколько реже в качестве ведущего узла применяется ось двигателя или соответствующая насадка на нее. Необходимо заметить, что подобные конструкции имеют ряд существенных недостатков. Дело в том, что в качестве ведущих двигателей в сетевых магнитофонах применяют односкоростные быстроходные

(650—3000 *об/мин*) электродвигатели асинхронного типа, создающие сильное электромагнитное поле, которое наводится во время работы на магнитные головки, расположенные вблизи. В результате чего на выходе магнитофона будет прослушиваться фон, устранить который трудно.

Кроме того, изготовление насадок небольшого диаметра и установка их требует большой точности, что также связано с большими затруднениями. Ведущий

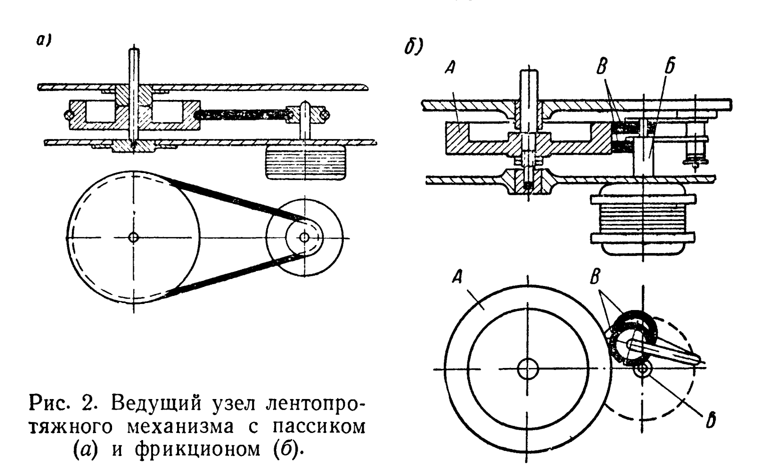


Рис. 2. Ведущий узел лентопротяжного механизма с пассиком (*а*) и фрикционом (*б*).

узел в виде отдельного привода более приемлем для любительских конструкций, поэтому разберем его более подробно.

На рис. 2, *а* изображен ведущий узел, состоящий из маховика с ведущим валом, электродвигателя со шкивом на валу и пассика, передающего вращающий момент электродвигателя на маховик ведущего вала. Ответственной деталью узла является ведущий вал, от точности изготовления и равномерности его вращения во многом зависит качество работы магнитофона. Для поддержания равномерности движения ведущий вал совмещают с маховиком, качество изготовления которого и форма имеют также существенное значение. При выборе геометрических размеров маховика нужно руководствоваться следующим соображением: чем больше момент инерции, тем выше стабилизирующие свойства

маховика, тем более плавным и равномерным будет движение магнитной ленты. Поэтому при проектировании маховика надо стремиться сосредоточить максимум веса его возможно дальше от центра к ободу. Материалом может служить чугун, сталь, бронза, дюраль и т. п. Рекомендуется производить окончательную обработку ведущего узла в целом. Поэтому заготовку маховика напрессовывают на заготовку ведущего вала или закрепляют его иным способом, устанавливают в станок

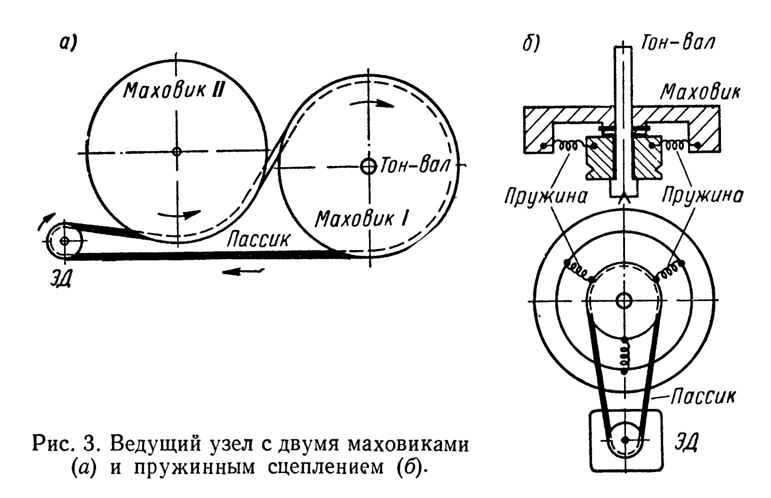


Рис. 3. Ведущий узел с двумя маховиками (*а*) и пружинным сцеплением (*б*).

и обрабатывают все рабочие поверхности. Желательно после изготовления произвести статическую и динамическую балансировки маховика.

Повысить равномерность движения ведущего вала с маховиком можно путем применения дополнительного маховика, который связан с ними одним пассиком (рис. 3, *а*), а также передачей вращения с помощью шкива особой конструкции (рис. 3, *б*). Здесь вращение с электродвигателя передается пассиком на шкив, который расположен на оси маховика и связан с ним тремя одинаковыми спиральными пружинами.

Фрикционные передачи (рис. 2, *б*) также могут быть рекомендованы для любительских магнитофонов, но при конструировании их следует предусмотреть отвод паразитного ролика в момент остановки электродвигателя,

так как деформируется его обрезиненная поверхность. Этот ролик необходимо располагать так, чтобы при работе электродвигателя шкив втягивал его в сторону зацепления с маховиком; боковые поверхности маховика и шкива электродвигателя должны быть параллельны. Иногда по конструктивным соображениям невозможно сделать маховик сравнительно большого диаметра (ведущий узел желательно иметь очень компактным), тогда можно рекомендовать передачу, изображенную на

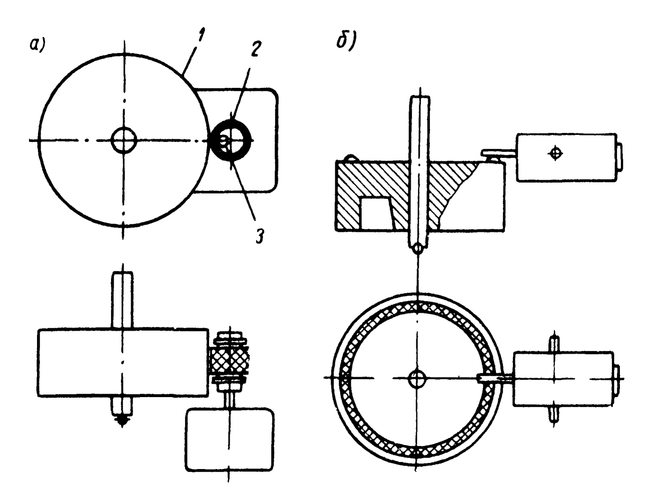


Рис. 4. Ведущий узел с резиновым кольцом (*а*) и обрезиненным маховиком (*б*).

рис. 4, *а*. Ведущим элементом здесь является ось электродвигателя, которая сцепляется с маховиком через резиновое или хлорвиниловое кольцо. Оно должно быть ровным по толщине и свободно сидеть на оси двигателя, на котором предусмотрены ограничители по ширине кольца, не допускающие его спадания. В нерабочем состоянии электродвигатель необходимо отводить от маховика.

Для случаев, когда магнитофон необходимо сделать минимальным по габаритам и плоским, на рис. 4, *б* приводится способ передачи вращения с оси электродвигателя на обрезиненную поверхность маховика. В момент остановки ось электродвигателя необходимо

также отводить от резиновой поверхности во избежание деформации.

16. Как практически отбалансировать маховик с тон-валом?

Маховик может быть литой с последующей механической обработкой или выточен из металлической болванки. После окончательной его обработки с закрепленным тон-валом необходимо произвести статическую балансировку, в процессе которой центр тяжести детали приводится к оси ее вращения. Практически это делается таким образом. Маховик с тон-валом обоими концами устанавливается на параллельно расположенные трехгранные металлические призмы так, чтобы он мог по ним кататься. В том случае, когда центр тяжести не совпадает с центром вращения, при неоднократном прокатывании маховика с тон-валом по призмам он будет останавливаться всегда в одном и том же положении.

Уравновешивание достигается высверливанием материала маховика в той его части, которая расположена внизу. Правильно отбалансированный маховик не должен иметь смещения центра тяжести.

17. Почему в лентопротяжных механизмах магнитофонов не применяют шестеренчатые и червячные передачи вращения?

Дело в том, что шестеренчатые и червячные пары почти всегда имеют люфт, который будет сказываться на стабильности передачи вращения. По сравнению с другими видами передачи вращения (пассиками или фрикционом) шестеренчатые и червячные передачи имеют больший коэффициент трения, а следовательно, для преодоления его необходима затрата большей мощности. Применение металлических шестеренчатых и червячных передач даже с небольшим отношением вызывает шум и вибрации, которые недопустимы в магнитофонах. Кроме перечисленных выше причин, изготовление таких передач сложно и экономически нерентабельно.

18. Как рассчитать диаметр тон-вала для различных скоростей продвижения магнитной ленты?

Выбор диаметра ведущего тон-вала и числа его оборотов определяет скорость движения магнитной ленты

в лентопротяжном механизме. Диаметр ведущего вала можно определить по формуле:

$$d = \frac{600 \cdot v}{\pi \cdot n} \ [мм],$$

где v — скорость продвижения магнитной ленты, *см/сек*; n — число оборотов ведущего вала, *об/мин*; $\pi = 3{,}14$.

Для проведения практического расчета ведущего узла, где передача вращения передается пассиком со шкива электродвигателя на обод маховика, необходимо уточнить количество оборотов в минуту, которые делает электродвигатель (см. вопрос 34). Допустим, что электродвигатель делает 2800 *об/мин* (ЭДГ-1м). Изготовим для его оси шкив диаметром 10 *мм*, а для того, чтобы тон-вал был не очень мал в диаметре (что крайне нежелательно), диаметр маховика следует взять в 100 *мм*. При такой комбинации соотношение оборотов электродвигателя и ведущего тон-вала будет 1 : 10, т. е. маховик с тон-валом будет вращаться со скоростью 280 *об/мин*. Для скорости продвижения магнитной ленты 9,53 *см/сек* диаметр тон-вала

$$d = \frac{600 \cdot 9{,}53}{3{,}14 \cdot 280} = 6{,}56 \ мм.$$

Такой диаметр ведущего тон-вала при точной и качественной обработке будет вполне подходящим для магнитофона любительской конструкции.

19. Почему в магнитофонах магнитная лента движется слева направо?

Для обеспечения возможности обмена записями внутри страны, а также и с зарубежными корреспондентами ГОСТ 12392—66 предусматривает определенное расположение магнитных дорожек на ленте. При однодорожечной записи, где намагничивание должно происходить равномерно по всей ширине магнитной ленты, направление движения ее не имеет значения лишь в том случае, если магнитная лента размещается на катушках согласно ГОСТ 13275—67. Если же магнитная лента размещается на сердечниках (бобышках) типа 1А или 1С согласно ГОСТ 12796—67, то движение магнитной ленты в магнитофоне должно происходить слева направо, так как сердечник не установить на подтарельник магнитофона.

При двух- и четырехдорожечной монофонической и стереофонической записи движение магнитной ленты и расположение дорожек должно быть такое, как изображено на рис. 5, *а* и *б*. Верхняя дорожка имеет № 1, а нижняя № 2. Рабочий участок магнитной головки

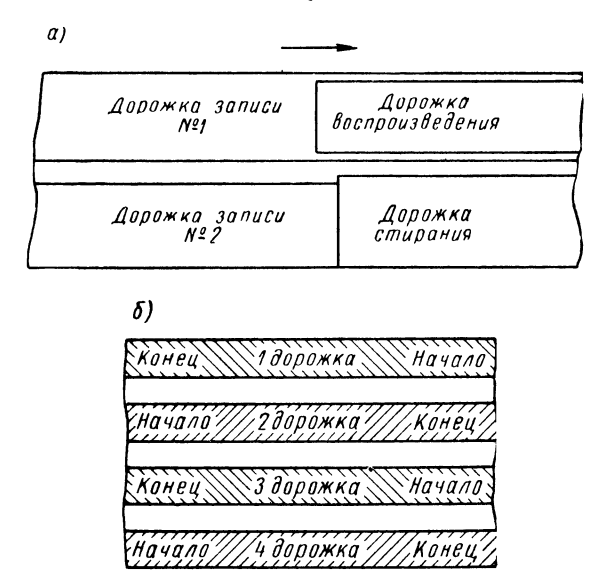


Рис. 5. Расположение дорожек на магнитной ленте при двухдорожечной записи (*а*) и при четырехдорожечной записи (*б*).

должен находиться на уровне первой дорожки. Следовательно, если при конструировании магнитофона необходимо движение магнитной ленты справа налево, то рабочая часть магнитной головки должна быть расположена так, чтобы она охватывала дорожку № 1.

20. Какие существуют простые конструкции приемных и перематывающих узлов?

Приемные (подматывающие) и подающие (перематывающие) узлы предназначаются для подмотки и подтормаживания магнитной ленты на приемной и подающей катушках во время записи и воспроизведения, а также для ускоренной перемотки ее вперед и назад. В подавляющем большинстве лентопротяжных механизмов

эти узлы имеют одинаковую конструкцию. На рис. 6, *а* приведена конструкция узла подмотки, довольно не сложного в изготовлении. Он состоит из подкатушника *1* (например, от «Днепр-11» и т. п.), на котором устанавливают катушку с магнитной лентой. На стальной оси *2* свободно вращается шкив *3*, а внутри его текстолитовый диск *4*. С помощью двух плоских пружин, снабженных фетровыми подушками *6* и закрепленных в шкиве *3*, осуществляется фрикционное сцепление шкива с диском. Степень сцепления регулируется винтами *7*. Диск *4* и под-

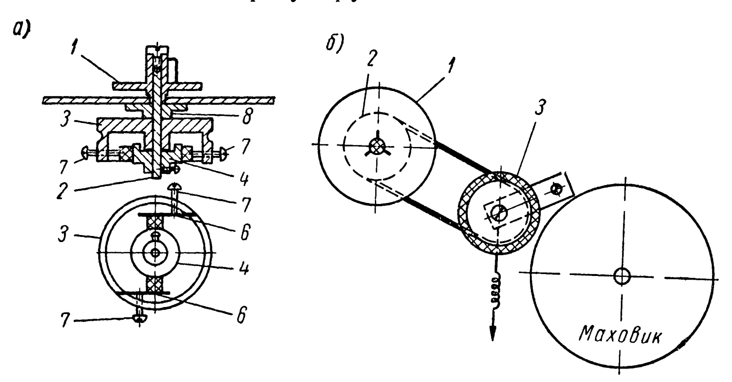


Рис. 6. Узлы подмотки и перемотки магнитной ленты: *а* — подматывающий; *б* — перематывающий.

катушник *1* жестко закреплены на оси *2* с помощью винтов М3, но свободно вращаются во втулке *8*. Шкив *3* вращение получает через резиновый пассик с ведущего узла.

Иногда в лентопротяжных механизмах для передачи вращения узлам подмотки применяют тонкие (1,5—3,0 *мм*) пружинные пассики, изготовляемые из стальной проволоки диаметром 0,1—0,3 *мм* и свиваемые в плотную пружину. Применение их существенно упрощает конструкцию узла подмотки за счет исключения фрикционной муфты.

Простейший узел перемотки магнитной ленты изображен на рис. 6, *б*. Он состоит из шкива *2*, жестко связанного с подкатушником *1*. Шкив *2* соединен пассиком с обрезиненным шкивом *3*. Этот шкив укреплен на шарнире, который с помощью пружины при нажиме клавиши или переводе рычага управления в положение «перемотка» подтягивается к ободу ведущего маховика. Полученное

вращение передается на перематывающий узел. В положении «Стоп» пружина расслабляется и шарнир с обрезиненным шкивом оттянется в исходное положение резиновым пассиком.

Иногда применяют электромагнитные муфты сцепления, изготовление которых в любительских условиях довольно сложно, к тому же для них в магнитофоне требуются дополнительные источники питания.

21. Для чего необходимы тормозные устройства в лентопротяжных механизмах и какие существуют конструкции?

Для остановки движения магнитной ленты в магнитофоне узлы подмотки и обратной перемотки ее снабжаются

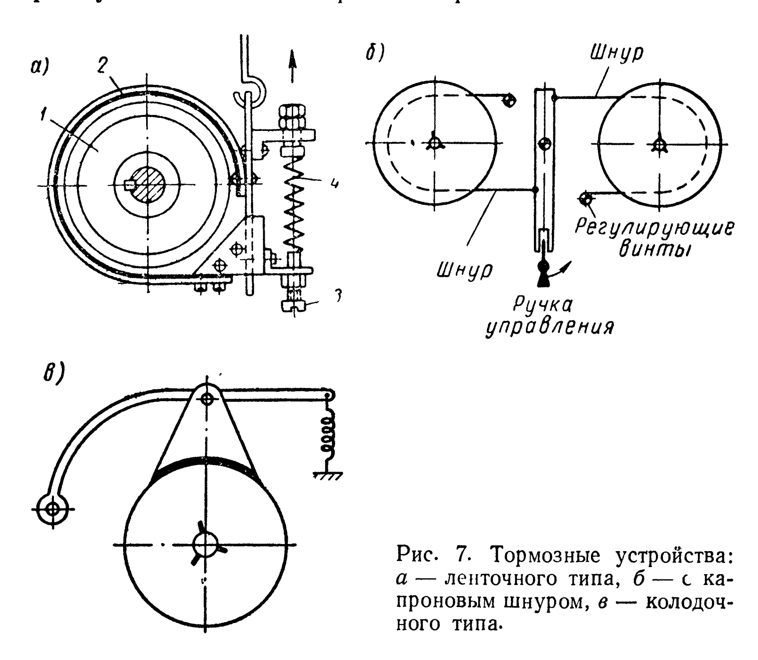


Рис. 7. Тормозные устройства: *а* — ленточного типа, *б* — с капроновым шнуром, *в* — колодочного типа.

тормозными устройствами. В нерабочем состоянии, а также при транспортировке магнитофона они предохраняют ленту от разматывания и спутывания. Для нормальной работы тормозных устройств необходима минимальная затрата времени на торможение и растормаживание боковых узлов, не допуская при этом обрыва и

образования петель из магнитной ленты. Поэтому желательно, чтобы прежде тормозился тот подкатушечный узел, с которого сматывается лента, а наматывающая катушка дополнительно тормозится натяжением ленты.

На рис. 7, *а* изображено тормозное устройство ленточного типа, которое состоит из барабана *1*, расположенного на подкатушечном узле, и металлической ленты *2* с укрепленной на ней фрикционной накладкой, охватывающей барабан. Один конец ленты укреплен неподвижно, другой имеет поступательное движение и подтягивается пружиной *4*. Величина торможения создается натяжением пружины с помощью регулировочного винта *3*, растормаживание — тягой или тросиком.

В магнитофонах, где применяются катушки с магнитной лентой емкостью 75—120 *м*, можно сделать тормоза из капронового шнура (рис. 7, *б*), работающие аналогично ленточным; они значительно проще в изготовлении. Хорошие результаты дают колодочные тормоза (рис. 7, *в*) в магнитофонах, где скорость перемотки ленты не очень высокая.

22. В чем преимущество самоустанавливающегося прижимного ролика и какие существуют конструкции их?

В рабочем состоянии прижимной ролик своей поверхностью должен ровно прилегать к ведущему валу, что достигается параллельностью их рабочих поверх-

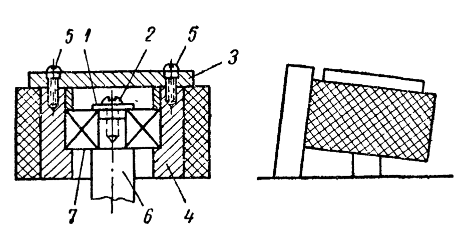


Рис. 8. Самоустанавливающийся прижимной ролик

ностей. Нарушение данного условия вызывает при продвижении магнитной ленты ее смещение вверх или вниз. Избежать этого можно, применяя в лентопротяжном механизме узел с самоустанавливающимся прижимным роликом, одна из многих конструкций которого изображена на рис. 8. Здесь применен всего один однорядный

радиальный шарикоподшипник *7*, который установлен в корпусе ролика симметрично по ширине ленты. Внутренняя обойма его жестко закреплена на оси *6* прижимного рычага винтом *2* через шайбу *1*, а наружная обойма прижата специальной крышкой *3* и винтами *5* к корпусу ролика *4*. Справа на рисунке для наглядности показан утрированный случай непараллельности рабочих поверхностей прижимного и ведущего вала. Как видно из приведенного рисунка, в рабочем состоянии прижимной ролик самоустанавливается по скошенному ведущему валу за счет торцевого качания наружной обоймы шарикоподшипника.

23. Как изготовить резиновые пассики?

Пассики могут применяться нерастяжимые и растяжимые. К первым относятся цельнотканые лавсановые и пластмассовые, ко вторым — резиновые и пружинные. Они могут быть круглого и прямоугольного сечения. Пока широкое распространение имеют резиновые пассики круглого сечения. Размер пассика в свободном, не растянутом, состоянии выбирается таким, чтобы при установке на рабочее место его удлинение (растяжение) составляло 20—30%. Резина не должна быть хрупкой и ломкой, но и не слишком мягкой.

Пассики можно изготовлять из сырой резины в соответствующих прессформах с последующей вулканизацией, но в любительских условиях это почти невозможно. Более простой и доступный способ изготовления пассиков различных диаметров состоит в следующем. Прежде всего уточняется, какой окружности требуются пассики, и по диаметру самого большого берется соответствующий квадратный (или круглый) кусок листовой плоской резины такой же толщины, какой требуется пассик. Эту резину столярным клеем наклеивают на фанеру или доску. Когда клей высохнет и резина приклеится, с помощью проволоки, закрепленной в центре, остроотточенным концом ножа (типа сапожного) вырезают из резины кольца требуемого диаметра (нож желательно смачивать водой). Если пассики нужны круглого сечения, то ширину вырезаемого кольца делают такой же, как и толщина резины.

Полученные кольца отклеивают от фанеры и стеклянной или наждачной бумагой придают им необходимый профиль. Вырезать такие кольца из листовой резины можно также на токарном станке.

24. Каким образом осуществляется постоянное натяжение магнитной ленты в лентопротяжных механизмах?

Равномерное натяжение магнитной ленты в лентопротяжных механизмах необходимо как при записи и воспроизведении, так и при перемотке ее. В лентопротяжном механизме с тремя электродвигателями это достигается соответствующим режимом работы боковых электродвигателей.

В конструкциях с одним электродвигателем получение постоянного натяжения магнитной ленты при записи и воспроизведении создается подтормаживанием подающего подкатушечного узла, а также с помощью равномерного прижима магнитной ленты к входной направляющей колонке или к магнитным головкам специальными пружинящими прижимами с фетровыми подушками. Фрикционное сцепление или натяжение пружинного пассика, принимающего (подматывающего) узла должно быть таким, чтобы магнитная лента на катушки наматывалась равномерно и достаточно плотно на протяжении всего рулона, без рывков. При перемотке ленты подтормаживание сматывающего узла регулируется так, чтобы намотка на катушки была бы ровной и плотной, но не рыхлой, а прижимы от головок и колонки должны отводиться.

25. Какие существуют конструкции узлов, осуществляющие надежное соприкосновение магнитной ленты с рабочей поверхностью магнитных головок?

Надежное и плотное соприкосновение магнитной ленты с головками особенно при низких скоростях ее продвижения обеспечивает хорошее стирание, нормальный уровень записи и максимальную равномерную отдачу сигнала. Это особенно заметно при воспроизведении высоких частот. В любительской аппаратуре магнитная лента соприкасается одновременно со всеми головками только во время записи и воспроизведения. При перемотке ленты в обоих направлениях она отводится от головок на определенное расстояние.

Применяют различные конструкции, обеспечивающие надежное соприкосновение магнитной ленты с рабочей поверхностью магнитных головок. На рис. 9, *а* изображена конструкция прижимного устройства, состоящая из пружинной пластинки *1* с фетровой поду-

шечкой *2*, которая при записи и воспроизведении прижимает магнитную ленту одновременно к стирающей и универсальной головкам. Фетровые подушечки могут быть размещены также на специальных рычагах, при-

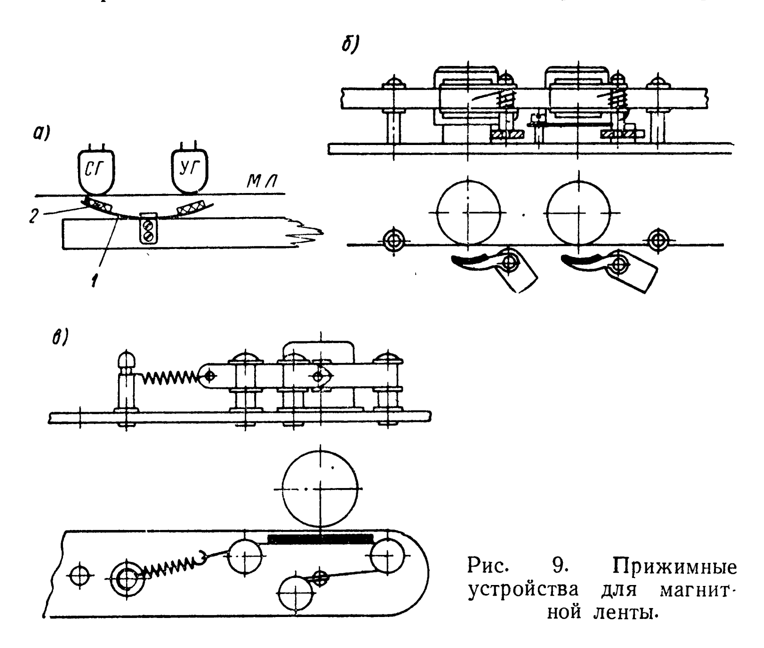


Рис. 9. Прижимные устройства для магнитной ленты.

жимающих магнитную ленту к головкам пружинами (рис. 9, *б*).

На рис. 9, *в* изображена конструкция прижимного устройства, состоящего из лавсановой или полиэтиленовой ленты такой же ширины, как и магнитная, и толщиною примерно 0,1 *мм*. С одного конца эта лента закреплена жестко, а другой конец ее крепится к стойке через спиральную пружину. В рабочем состоянии лента равномерно прижимает звуконоситель к головкам.

26. Конструкции узлов автоматики в лентопротяжных механизмах.

К приспособлениям и устройствам, повышающим эксплуатационные удобства пользования магнитофоном, относятся системы: «автостопы», выключающие электродвигатель при окончании рулона магнитной ленты

и при ее обрыве; счетчики количества ленты и дистанционное управление работой магнитофона.

Применяемые системы автостопов очень разнообразны (рис. 10). Нарушение продвижения магнитной ленты они фиксируют или с помощью пружинящих рычагов,

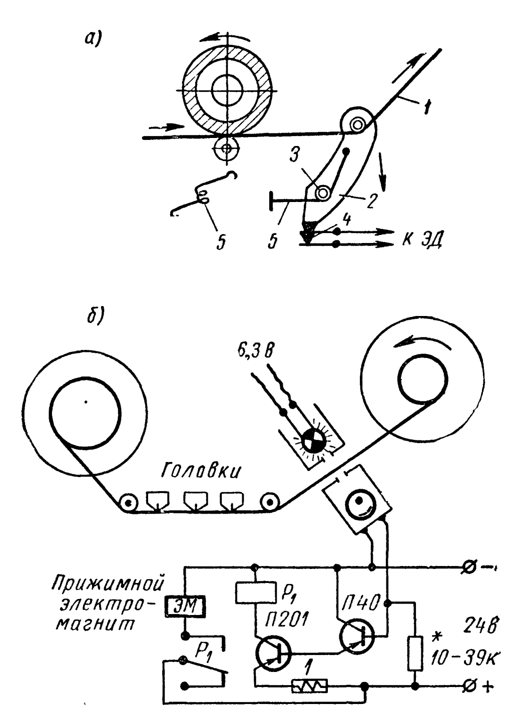


Рис.10. Автостопы: *а* — механический; *б* — фотоэлектрический.

или величиной светового потока на фоторезистор. Исполнительными механизмами могут быть контактные пары, включенные в цепь питания электродвигателя непосредственно или через устройства, связанные с реле.

В качестве счетчика магнитной ленты или указателя места записи может быть использован любой счетчик оборотов, работающий в обе стороны в зависимости от направления движения ленты и допускающий сброс показаний с установкой цифр в нулевое положение.

Счетчик связывается резиновым пассиком с приемным или подающим узлом.

Что касается дистанционного управления магнитофоном, то оно может быть осуществлено только частично и то при условии, если в магнитофоне узел прижимного механизма, узлы подмотки и перемотки магнитной ленты, включение электродвигателей и тормозов управляются электромагнитами и соленоидами. Тогда с помощью удлиненных проводов или многожильного шланга от клавишной станции управления магнитофоном через специальные разъемы можно дублировать ее на выносном дистанционном пульте. Другие системы более обширного дистанционного управления магнитофоном возможны, но они будут слишком сложны и ухудшают качественные показатели аппарата. В магнитофонах, где управление его работой происходит механическим путем с помощью рычагов и тросов, применить дистанционное управление очень сложно и трудно.

27. Какое управление работой магнитофона лучше: клавишное или переключателями?

Магнитофон имеет несколько органов управления. С их помощью производится пуск и остановка магнитной ленты, коммутация различных цепей и рода работы. Осуществляется это поворотными переключателями, кнопками или клавишами. При изготовлении магнитофона в любительских условиях необходимо учесть все обстоятельства с точки зрения удобства управления, эстетики, возможности изготовления, надежности, а также возникновения паразитных обратных связей и самовозбуждения. Кнопочное и клавишное управления лучше поворотных переключателей вследствие своей наглядности, быстроты и удобства действия, но иногда сильно усложняют конструкцию магнитофона и снижают надежность его работы в целом. В сетевых магнитофонах надежными помощниками клавишных и кнопочных переключателей могут быть реле, электромагниты и соленоиды, установка которых в местах непосредственной близости переключения различных цепей повысит надежность коммутации, а следовательно, и всего магнитофона. Применение тросов, пружин и регулировочных тяг снижает надежность работы магнитофона и требует периодической их регулировки и подстройки.

28. Как проверить скорость продвижения магнитной ленты на лентопротяжном механизме?

Один из простых способов определения скорости движения магнитной ленты заключается в следующем. Берется катушка с максимальной емкостью ленты для данного магнитофона, и, отступя от начала на несколько метров, делают заметную для глаза метку (краской или цветной наклейкой), от которой отмеряют точно 9,53 *м* и опять ставят аналогичную метку. Эта длина соответствует времени продвижения магнитной ленты, равному 100 *сек* при стандартной скорости 9,53 *см/сек*, при скорости же 19,05 *см/сек* длина будет 19,05 *м*, а при 4,76 *см/сек* — 4,76 *м*.

Процесс измерения происходит следующим образом. Отмеренный участок ленты наматывают на подающую катушку, заряжают магнитофон и пускают на ход. Секундомером измеряют, за сколько времени проходит данный участок ленты. Если после нескольких повторных измерений этот участок проходит, допустим, за 96 *сек*, то это значит, что скорость больше стандартной на +4%, а если этот участок пройдет за 102 *сек*, следовательно, скорость меньше стандартной на 2% и т. п.

29. Как проверить натяжение магнитной ленты в лентопротяжных механизмах?

Для измерения натяжения магнитной ленты, ее подтормаживания, а также измерения давления прижим-

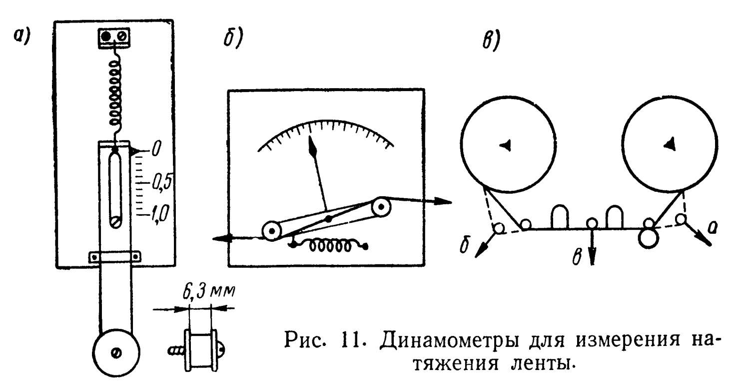


Рис. 11. Динамометры для измерения натяжения ленты.

ного ролика на ведущий вал применяют динамометры различных конструкций, два из них изображены на рис. 11, *а* и *б*. Изготовить такой динамометр нетрудно

своими силами. Основной деталью его является пружина, которая после растяжения до определенного предела должна возвращаться в исходное положение. Изготовив динамометр, необходимо его отградуировать, для чего используют набор гирь (разновес) на 1—2 *кГ*. Создавая нагрузку на конец рычага динамометра, градуируют шкалу в граммах. Ролик на конце рычага должен хорошо вращаться, а трение движущихся деталей должно быть минимальным. Измерение натяжения магнитной ленты производят в трех точках лентопротяжного механизма (см. рис. 11, *в*).

Натяжение магнитной ленты при рабочем ходе в лентопротяжных механизмах, у которых ее давление на магнитные головки создается прижимным устройством, составляет от 25 до 75 *г*. Минимально необходимое натяжение на приемной катушке для высококачественной намотки магнитной ленты должно составлять 60—80 *г* (но не менее 15 *г*). Минимальное натяжение магнитной ленты в процессе перемотки должно быть порядка 50—70 *г* (но не более 200 *г*). При включении и выключении лентопротяжного механизма кратковременное увеличение натяжения магнитной ленты допустимо до 500 *г*.

Превышение указанных величин приводит к вытягиванию магнитной ленты и ускоряет износ головок. Слишком малое натяжение магнитной ленты при рабочем ходе может уменьшить частотный диапазон и амплитуду записываемого и воспроизводимого сигнала.

30. Что такое реверберация и как устроен ревербератор?

В больших закрытых помещениях, где отсутствует специальная акустическая обработка стен и потолка, звучание оркестра или солиста помимо прямых волн всегда сопровождается целым рядом отраженных. Последние, проходя путь больший, чем прямые волны, доходят до уха слушателя позже, создавая тем самым слуховое восприятие пространства, уже после прекращения действия источника звука. Это явление остаточного звучания и называется реверберацией (или, как говорят, эхо), величина которой измеряется в секундах.

Музыкальным произведениям, записанным в помещениях с малой реверберацией, при воспроизведении можно придать совершенно другую окраску, искусственно создав звучание оркестра или солиста, как

в большом зале, с помощью прибора, называемого ревербератором.

В радиолюбительской практике применяются два вида ревербераторов: с магнитными головками и со спиральной пружиной.

Ревербератор с магнитными головками состоит из основной воспроизводящей магнитной головки, назначение которой — воспроизводить основной звук, и нескольких других воспроизводящих магнитных головок, задача которых — многократно повторять основной звук через небольшие и постепенно уменьшающиеся интервалы времени с ослаблением интенсивности звучания повторяемых сигналов. Иногда это устройство размещается на том же лентопротяжном механизме, а иногда в виде отдельной приставки. Подробное описание реверберационного воспроизводящего блока конструкции радиолюбителя Г. Васильева дано в журнале «Радио» за 1958 г., № 10, стр. 46.

Что касается ревербераторов со спиральной пружиной и задерживающим устройством, то они к звукозаписи отношения не имеют. С их устройством можно ознакомиться также в журнале «Радио» за 1963 г., № 12, стр. 46 и № 5 за 1968 г., стр. 31.

§ 3. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ДЛЯ МАГНИТОФОНОВ

31. Какие электродвигатели наиболее подходят для любительских магнитофонов с питанием от сети переменного тока?

В любительских конструкциях, работающих от сети переменного тока, применяются однофазные асинхронные и, значительно реже, синхронные электродвигатели. В зависимости от выполняемых функций в лентопротяжном механизме они делятся на ведущие и перематывающие. Эти электродвигатели имеют различные механические характеристики.

Механической характеристикой называется зависимость скорости вращения вала электродвигателя от нагрузки, приложенной к нему. Различаются характеристики по так называемой жесткости, имеющей три градации: абсолютно жесткую, жесткую и мягкую.

У электродвигателей с абсолютной жесткой характеристикой скорость вращения не меняется от изменения

нагрузки в больших пределах. К ним относятся электродвигатели синхронного типа, применяющиеся в профессиональной аппаратуре. Они имеют большие габариты и вес, обладают меньшим к. п. д. по сравнению с асинхронными и для переносных конструкций мало пригодны.

Электродвигатели с мягкой характеристикой применяются в качестве перематывающих, у них скорость изменяется от нагрузки, т. е. от количества ленты на катушке. Они могут быть использованы в лентопротяжных механизмах, где функции перемотки магнитной ленты выполняются отдельными электродвигателями.

Наибольший интерес для любителей могут представлять однофазные асинхронные конденсаторные электродвигатели, имеющие жесткую характеристику. У них высокий к. п. д. (60—75%), высокий коэффициент мощности, большой пусковой момент, возможность реверсирования, и скорость вращения ротора почти не изменяется с изменением нагрузки.

32. Какие электродвигатели наиболее подходят для любительских магнитофонов с питанием от источников постоянного тока?

В лентопротяжных механизмах портативных магнитофонов и диктофонов, работающих от автономных источников питания, в подавляющем большинстве применяются коллекторные электродвигатели. Основные требования, которые должны предъявляться к таким электродвигателям следующие: возможно меньшее потребление тока от источников питания при номинальной нагрузке; возможно меньшая величина напряжения источников питания; стабильность скорости вращения и возможно меньшие габариты и вес.

Основным недостатком этих электродвигателей является сложность поддержания стабильной скорости вращения якоря. Изменение числа оборотов в таких электродвигателях зависит от напряжения источника питания и от величины механической нагрузки.

Для стабилизации скорости вращения якоря применяют различного рода регуляторы, к числу которых относятся получившие широкое распространение центробежные регуляторы. Применение их позволяет при изменениях напряжение питания на 20—30% стабилизировать скорость вращения якоря до 1—3%. Если электро-

двигатель не имеет центробежного регулятора, то можно применить электронную систему стабилизации оборотов (см. вопрос 39).

Наиболее подходящие коллекторные электродвигатели в качестве ведущих в лентопротяжных механизмах портативных магнитофонов — это ДКС-8, ДКС-16, 4ДКС-8.

Таблица 2

Тип электродвигателя	Напряжение питания, *в*	Мощность на валу, *вт*	Скорость вращения, *об/мин*	Пусковой момент, *г·см*	Потребляемая мощность, *вт*	Вес, *кГ*	Диаметр корпуса *D*, *мм*	Длина корпуса l_1, *мм*	Диаметр вала *d*, *мм*	Длина вала *l*, *мм*
ДКС-8	12—16	0,4	2000±30	19	0,9	0,25	40	64	2,0	—
4ДКС-8	12—16	0,8	2000±30	39	1,75	0,27	40	65	2.0	—
ДКС-0,5	12—16	0,5	2000±30	25	1,25	0,26	40	65	2.0	—
2ДКС-7	5—7,5	0,13	2000±30	19	0,6	0,08	20×20	48	1,5	7
ДРВ-0,1	6—9	0,2	1500±30	25	0,8	0,2	46	58	3,0	18
1 ДПРС	12^{+3}_{-1}	0,8	1600±30	—	2,1	—	—	—	—	—

В табл. 2 приведены основные данные электродвигателей, специально предназначенных для портативных магнитофонов. Можно также использовать коллекторные двигатели типа ДП-13 и ДРВ-0,1 от переносных электропроигрывателей, но емкость катушек магнитной ленты должна быть не более 100 *м*.

33. Как определить мощность на валу электродвигателя?

Для определения мощности на валу и момента вращения, развиваемого электродвигателем под нагрузкой, можно пользоваться простым приспособлением (рис. 12). Вал двигателя или специально выточенная насадка, укрепленная на его валу, зажимается в текстолитовых колодках тормоза с рычагом. Поворотом винтов, зажимающих вал, создается небольшая нагрузка двигателю, а на конец рычага подвешивается груз, величина которого подбирается так, чтобы при вращении ротора рычаг тормоза оставался в горизонтальном положении, замеряя при этом число оборотов вращающегося вала электродвигателя.

Изменяя нагрузку (натяжением винтов), подбирая различные значения груза *F* и измеряя скорость вращения

электродвигателя n, можно построить его механическую характеристику (зависимость скорости вращения n от момента на валу M) и вычислить мощность на валу электродвигателя P по формуле:

$$P = 1{,}028 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot n;$$
$$M = F \cdot l,$$

где P — мощность на валу, *вт*; M — момент на валу, *г·см*; F — вес груза, *г*; l — длина рычага, *см*; n — число оборотов в минуту.

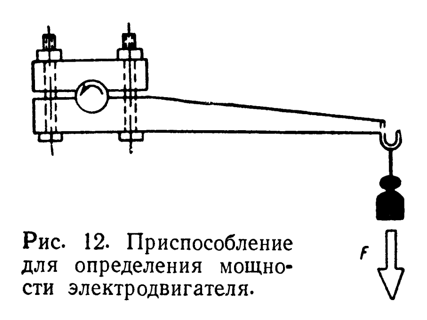


Рис. 12. Приспособление для определения мощности электродвигателя.

34. Как определить количество оборотов электродвигателя?

Определить количество оборотов ротора электродвигателя можно специальным прибором — тахометром, стробоскопическим методом с помощью неоновой лампы и сети переменного тока и простым приспособлением (см. рис. 13) с секундомером. На конец оси электродвигателя прикрепляют (прочно) небольшой кусок заточенного карандаша так, чтобы в нижнем положении конец его чуть-чуть касался бумажной ленты, которая в процессе измерения должна двигаться параллельно оси неподвижного электродвигателя. Пустив на ход электродвигатель, одновременно включите секундомер и продвигайте бумажную ленту в течение 3—5 *сек*. Карандаш на бумаге будет прочерчивать метки; подсчитав их количество и разделив на время продвижения бумажной ленты, можно ориентировочно определить количество оборотов электродвигателя за 1 *сек*.

35. Можно ли регулировать скорость вращения асинхронных двигателей?

Сложность регулирования скорости вращения является большим недостатком асинхронных двигателей. Проделать это можно, в основном, двумя способами: изменением частоты тока питающей сети и изменением числа пар полюсов статора.

Первый способ основан на том, что скорость вращения поля, а следовательно, и ротора асинхронного двигателя, пропорциональна частоте питающего напряжения. Поэтому, изменяя частоту, можно регулировать

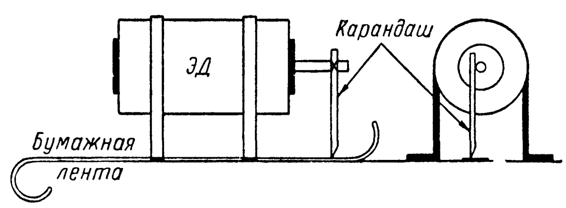


Рис. 13. Приспособление для определения числа оборотов электродвигателя.

скорость вращения ротора электродвигателя. Но при стабильном напряжении питания изменение частоты влечет изменение магнитного потока, а значит, и изменение вращающего момента. Таким образом, чтобы сохранить постоянный вращающий момент, необходимо одновременно с изменением частоты изменять и напряжение питания электродвигателя. Для этого применяют низкочастотный генератор с достаточно мощным выходом, в котором предусмотрено изменение частоты (ступенчатое) и напряжения.

Второй способ связан с изготовлением специальных электродвигателей, где предусматривается возможность путем переключения изменять схему обмотки статора с целью изменения числа пар полюсов. Здесь существует такая зависимость: чем больше число пар полюсов, тем меньше скорость вращения ротора электродвигателя. Так, например, при четырех — 1440 *об/мин*, а при десяти — 575 *об/мин* (с учетом скольжения).

Промышленность выпускает такие электродвигатели: ДВД-1Р на две скорости 3000/1500 *об/мин* и ДМ-3 на три скорости 3000/1500/750 *об/мин*.

36. Как изменить направление вращения ротора асинхронного электродвигателя?

Изменить направление вращения ротора конденсаторного асинхронного электродвигателя, или, как иначе выражаются, произвести реверсирование можно путем переключения концов конденсаторной (вспомогательной) обмотки (рис. 14).

В электродвигателях, не имеющих вспомогательной обмотки и фазосдвигающего конденсатора, например ДАП-1 или ДАГ-1, изменить направление вращения ротора можно следующим образом.

Электродвигатель разбирают, вынимают ротор, а статор переворачивают на 180° (где был верх, будет низ),

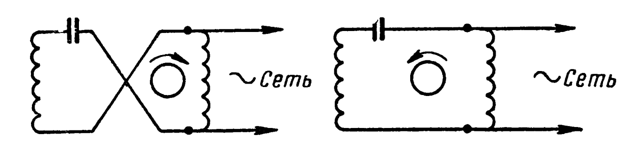


Рис. 14. Схема переключения обмоток электродвигателя.

вставляют ротор, устанавливают крышки, центруют (чтобы ротор не задевал) и завинчивают винты. После такой переделки ротор будет вращаться в другом направлении.

37. Можно ли осуществить торможение магнитной ленты в лентопротяжных механизмах электродвигателями?

В магнитофонах с тремя электродвигателями, работающих от сети переменного тока, при переходе из «рабочего положения» на «стоп» можно осуществлять торможение магнитной ленты самими электродвигателями. Для этого на переключателях рода работы лентопротяжных механизмов делают коммутацию так, что сразу же после снятия переменного напряжения с электродвигателей на их обмотки (главным образом на электродвигатели подматывающие и подающие) поступает от соответствующего выпрямителя напряжение постоянного тока.

Величина напряжения постоянного тока подбирается практическим путем и колеблется в пределах между

60—120 *в* *. Оставлять на длительное время двигатели в таком режиме не рекомендуется. При транспортировке такого магнитофона с катушками необходимо предусмотреть устранение произвольного вращения их.

38. Какие существуют методы подавления помех коллекторных электродвигателей?

Коллекторные электродвигатели постоянного тока, применяемые в магнитофонах, являются источником сильных помех, имеющих широкий частотный спектр. Они могут проникать в усилительный тракт через общий с электродвигателем источник питания и путем наводок на входные цепи. Поэтому в некоторых конструкциях магнитофонов питание электродвигателей и усилителя производят от отдельных батарей и хорошо экранируют их друг от друга. Для снижения электромагнитных наводок и акустического шума электродвигатели рекомендуется помещать в экраны из пермаллоя или сплава армко, проложив дополнительно прокладки из губчатой резины, поролона или войлока.

Помехи, вызываемые искрением между щетками и коллектором, можно снизить включением в цепь питания двигателя специальных фильтров, состоящих из дросселей и конденсаторов. Индуктивность таких дросселей порядка 5 *мгн*, а емкости подбираются опытным путем от 4500 *pF* и выше. Хорошие результаты можно получить, если на провода питания надеть ферритовые кольца малого диаметра. Иногда снижения помех, вызываемых коллектором якоря электродвигателя, удается добиться, зашунтировав щетки диодом типа Д7Г, включенным навстречу напряжению.

Помехи, вызываемые искрением контактов центробежного регулятора, устраняются путем применения специальных схем включения центробежного регулятора с использованием транзисторов (см. следующий вопрос).

39. Какие существуют способы стабилизации оборотов коллекторных электродвигателей?

Для поддержания постоянства оборотов вала коллекторного электродвигателя в лентопротяжных механизмах магнитофонов применяют ряд специальных мер.

---

* Выпрямитель должен обеспечивать данное напряжение при потреблении тока до 500 *ма*.

Коллекторные электродвигатели, которые применяются в портативных магнитофонах и работают от источников постоянного тока, в подавляющем большинстве имеют центробежные регуляторы, а также транзисторные схемы автоматического регулирования, с помощью которых удается получить стабильность оборотов ± 3—5%.

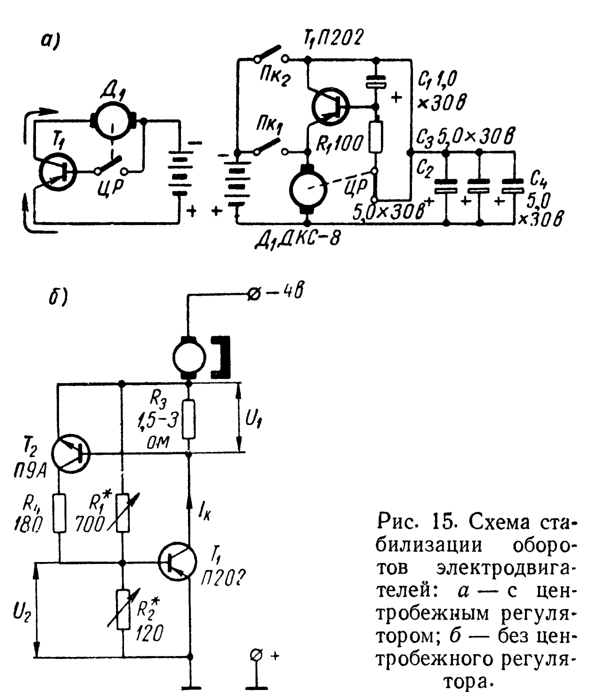


Рис. 15. Схема стабилизации оборотов электродвигателей: *а* — с центробежным регулятором; *б* — без центробежного регулятора.

На рис. 15, *а* изображена схема автоматического регулятора оборотов коллекторного электродвигателя. Сущность работы ее заключается в следующем. В момент включения электродвигателя контакты центробежного регулятора ЦР замкнуты и на базу транзистора $Т_1$ поступает большое отрицательное напряжение, вследствие чего внутреннее сопротивление участка эмиттер — коллектор становится малым и обороты электродвигателя начинают возрастать. При превышении номинального числа оборотов контакты ЦР разомкнутся, а следовательно, и цепь базы транзистора будет разомкнута. В этом

случае сопротивление участка эмиттер — коллектор возрастет до нескольких тысяч ом и поступление тока прекратится, а ротор двигателя будет вращаться по инерции. Когда число оборотов его упадет до определенного значения (согласно заводской регулировке), контакты ЦР снова замкнутся и весь процесс повторится вновь. Если электродвигатель работает на тон-вал, снабженный хорошим массивным маховиком (а лучше двумя), то переходные процессы, происходящие в электродвигателе, на качестве работы магнитофона сказываться не будут.

Тип транзистора выбирается таким, чтобы он обеспечил пропускание через участок эмиттер — коллектор полного рабочего тока электродвигателя. Снижение помех, возникающих при работе регулятора, достигается применением дросселей и конденсаторов.

Стабилизация оборотов коллекторных электродвигателей при отсутствии центробежного регулятора вызывает большое затруднение. Схема электронного регулятора скорости для таких двигателей приводится на рис. 15, *б* *. Как утверждают ее авторы, схема была испытана с различными коллекторными электродвигателями и обеспечивает стабилизацию скорости оборотов с точностью 1—2% при изменении нагрузки на ±25%.

Регулятор работает следующим образом. Последовательно с двигателем включены регулирующий транзистор T_1 и резистор обратной связи R_3. Падение напряжения с R_3 подается на базу транзистора T_2, включенного в одно из плеч делителя, с которого снимается смещение на базу T_1. При увеличении момента нагрузки напряжение на резисторе R_3 возрастает и токи транзисторов увеличиваются. В результате увеличения напряжения на двигателе скорость вращения якоря при увеличении нагрузки сохраняется постоянной. Так как рабочие токи транзисторов выбираются в середине прямолинейного участка характеристики, то при уменьшении нагрузки токи уменьшаются, также обеспечивая постоянство скорости вращения двигателя.

При изменении скорости двигателя от номинальной до полной его остановки напряжение на резисторе обратной связи меняется от 0,2 до 1,4 *в*, напряжение эмиттер — база транзистора T_1 — от 0,35 до 0,9 *в*.

---

* Журнал «Радио», 1966, № 8, стр. 41.

§ 4. МАГНИТНЫЕ ГОЛОВКИ

40. Каковы данные отечественных магнитных головок?

На магнитной ленте в магнитофоне звук записывают, воспроизводят, а также стирают при помощи магнитных головок. В зависимости от назначения они делятся на записывающие, воспроизводящие и стирающие. Широкое распространение имеют так называемые универсальные магнитные головки (ГУ), которые могут выполнять по выбору функции записывающей или воспроизводящей головки.

Магнитная головка независимо от своего назначения состоит из трех основных частей: сердечника в виде двух полуколец, изготовляемого из магнитного материала с большой магнитной проницаемостью (например, пермаллоя, мюметалла или из прессованного феррита), переднего рабочего зазора между торцами сердечника, заполняемого тонкой прокладкой из немагнитного материала (бронза, слюда и т. п.), и обмотки из медной изолированной проволоки, размещенной на сердечнике. Записывающие и универсальные головки имеют еще задний зазор между торцами сердечника. Основные данные о магнитных головках отечественного производства приведены в табл. 3.

41. Какими соображениями следует руководствоваться при выборе для магнитофонов универсальной головки?

Подавляющее большинство любительских и бытовых промышленных магнитофонов имеют универсальные магнитные головки (ГУ) и такие же усилители. Поскольку ГУ объединяет функции записи и воспроизведения, следовательно, в магнитофоне сокращается количество магнитных головок и уменьшается объем аппарата. Но иногда это влечет за собой снижение качества записи и воспроизведения. ГУ выпускаются двух видов: с большой и малой индуктивностью обмоток (высокоомные и низкоомные).

В магнитофонах с усилителями на электронных лампах применяют ГУ с большой индуктивностью, что обеспечивает в режиме воспроизведения довольно высокое напряжение сигнала. В то же время в режиме записи для обеспечения такой головке необходимого тока подмагничивания требуется подавать сравнительно высокое напряжение с обмотки генератора подмагничивания (от

100 *в* и выше), а также большое напряжение записывающего сигнала.

Универсальная головка магнитофона «Астра» и «Астра-2» несколько облегчает режим записи, так как у ее обмотки имеется отвод от 500 *вит*, который используется для записи, а вся обмотка — для воспроизведения. Чтобы обеспечить воспроизведение более широкого диапазона частот с высокой отдачей, ширина рабочего зазора в универсальной головке должна быть возможно меньшей (3—5 *мкм*), а поверхность рабочей части хорошо отполирована.

42. Какими соображениями следует руководствоваться при выборе для магнитофона записывающей магнитной головки?

Записывающая магнитная головка (ЗГ) может быть применена в магнитофоне в двух вариантах.

Первый вариант выбирают, когда в магнитофоне применяются раздельные усилители для записи и воспроизведения.

В этом случае выход усилителя записи рассчитан на работу ЗГ, и вся коррекция и режимы записи подгоняются при налаживании соответственно требуемой частотной характеристике записи и данным ЗГ.

Второй вариант предусматривает отдельное применение записывающей и воспроизводящей магнитных головок при одном универсальном усилителе. В этом случае коррекцию и режимы записи и воспроизведения в усилителе можно отрегулировать лучше, а также упростить коммутацию и избежать связанных с ней неприятностей. В записывающей магнитной головке (аналогично и в универсальной) для уменьшения уровня шумов при записи, вызываемых остаточным намагничиванием сердечника, делают в нем задний зазор шириной 0,1—0,3 *мм*.

Магнитное насыщение сердечника головки может возникнуть из-за большой напряженности магнитного поля, появляющейся от бросков тока при включении и выключении магнитофона и значительных пиков звукового сигнала при записи и настройке. Для уменьшения напряжения звукового сигнала и хорошего согласования с высокочастотным генератором подмагничивания обмотка ЗГ должна иметь небольшую индуктивность (быть низкоомной).

Таблица 3

Основные параметры магнитных головок бытовых магнитофонов

Наименование магнитофона	Назначение головки	Число витков	Диаметр провода, *мм*	Индуктивность, *мгн*, на 1000 *гц*	Ширина рабочего зазора, *мкм*	Ток записи, *ма*	Ток подмагничивания, *ма*	Ток стирания, *ма*	Примечания
«Днепр-10»	У	1500×2	ПЭЛ 0,1	900	8	0,05	0,7	—	
	С	100×2	ПЭЛ 0,27	10	100	—	—	100	
«Днепр-11»	У	1500×2	ПЭЛ 0,1	1000	8	0,1	1,0	—	
	С	100×2	ПЭЛ 0,31	10	100	—	—	100	
«Днепр-12»	У	2600	ПЭВ 10,05	550	5	0,07	0,3	120	
	С	100	ПЭВ 10,31	0,5	100	—	—		
«Днепр-14»	У	2600	ПЭВ 10,05	650	5	—	—		
	С	100	ПЭВ 10,31		100				
«Яуза-5»	У	2500×2	ПЭЛ 0,05	900	8	0,1	1,0	—	
	С	300	ПЭВ 0,12	7	200	—	—	30	
«Яуза-6»	У	3800	ПЭВ-20,04	1200	3	0,08	0,8	—	
	С	200	ПЭВ-20,15	6,5	150	—	—	70	
«Яуза-10»	У	2500×2	ПЭВ 0,03	1000	5	0,03—0,06	0,3—0,6	—	
	С	400	ПЭВ 0,09	6,5	200	—	—	30	
«Гинтарас»	У	1500×2	ПЭЛ 0,09	750	8—10	0,3	1,3	—	
	С	200×2	ПЭЛ 0,2	10	100	—	—	35—40	
«Айдас»	У	1000×2	ПЭВ 0,5	1000	5	—	—	—	
	С	75+75+150	ПЭВ-20,16	5+6	180	—	—	—	
«Мелодия»	У	2550	ПЭЛ 0,05	900	8	0,13	0,5	—	
	С	400	ПЭВ 0,15	7	200	—	—	40—45	
«Комета-201»	У	2200	ПЭЛ 0,05	900	8	0,13	0,5	—	
	С	370	ПЭВ 0,12	7	200	—	—	40—45	

Наименование магнитофона	Назначение головки	Число витков	Диаметр провода, *мм*	Индуктивность, *мгн* на 1000 *гц*	Ширина рабочего зазора, *мкм*	Ток записи, *ма*	Ток подмагничивания, *ма*	Ток стирания, *ма*	Примечания
«Нота»	У	2200	ПЭЛ 0,05	1000	5				
	С	330	ПЭВ 0,12	3,5	200	—	—	—	
«Астра-2»	У	3500+500	ПЭЛ 0,05	4000	5	0,5	—	—	
	С	420	ПЭВ 0,18	6	100	—	—	40	
«Астра-4»	У	2500	ПЭВ 0,05	900	5	—	—		
	С	420	ПЭВ 0,18	6	100	—	—	—	
«Чайка»	У	1500×2	ПЭЛ 0,04	—	5	0,1	0,4—1,0	—	
		420	ПЭВ 0,18		200	—	—	60	
«Чайка-66»	У	2200	ПЭЛ 0,05	1000	5		0,5		
	С	380	ПЭЛ 0,18	9	100	—	—	60	
«Тембр»	В	2100	ПЭЛ 0,05	775	5	—	—	—	
	З	300	ПЭЛ 0,12	8—12	10	2,5	6÷15	—	
	С	150	ПЭЛ 0,12	1,4—1,6		—	—	80—100	
«Яуза-20»	У	1250	ПЭВ-20,06	75—100	5	0,25	2,5	—	
	С	250	ПЭВ-20,15	1,5	150	—	—	40—50	
«Романтик»	У	450×2	ПЭЛ 0,1	55—72	5	0,35—0,50	2,2—2,5		
	С	100	ПЭЛ 0,2	—	100	—	—	80—100	
«Орбита-1»	У	300×2	ПЭВ-10,05	50—90	5	0,28	2,0	—	
	С	63	ПЭВ-10,27	0,46—0,04	Два 0,02 и 0,2 мм	—	—		
«Мрия»	У	350×2	ПЭВ-10,6	85±20%	—	0,15	1,5	—	
	С	100×2	ПЭЛ 0,1	1,5±10%	—	—	—	40—45	

Примечание: У — универсальная; З — записывающая; В — воспроизводящая; С — стирающая.

Как видно из табл. 3, наша промышленность выпускает ЗГ только для магнитофона «Тембр», применение которых может быть рекомендовано для магнитофона с разделенными функциями. В том случае, когда ЗГ достать невозможно, рекомендуется воспользоваться любой дополнительной универсальной головкой, отрегулировав ее режим и коррекцию только для записи. Хорошие результаты в качестве ЗГ можно получить при использовании универсальной головки с малой индуктивностью (низкоомной), которые применяются в транзисторных магнитофонах.

43. Какими соображениями следует руководствоваться при выборе для магнитофона воспроизводящей магнитной головки?

Воспроизводящая магнитная головка, так же как и записывающая, может быть применена в магнитофоне в двух вариантах: при раздельных условиях или при универсальном усилителе. Применяя в магнитофоне отдельную воспроизводящую магнитную головку, в любом варианте можно добиться при налаживании и регулировке высокого качества воспроизведения, значительно снизить помехи, наводки и фон переменного тока, а также упростить коммутацию и все связанные с ней неприятности (самовозбуждение, генерацию и т. п.).

Конструктивно воспроизводящая головка немногим отличается от универсальной. Сердечник изготовляется из аналогичного материала и такой же формы, но задний зазор отсутствует, а передний рабочий зазор делается минимальным, порядка 5—3 *мкм*. Обмотки воспроизводящих головок бывают высокоомные и низкоомные. Воспроизводящие магнитные головки с большой индуктивностью обеспечивают бо́льшую э. д. с. сигнала, чем такие же головки с малой индуктивностью. Поэтому в ламповых схемах их можно включать непосредственно на управляющую сетку первого каскада. Об использовании высокоомных универсальных и воспроизводящих магнитных головок в транзисторных усилителях будет сказано ниже.

Особое внимание необходимо обращать на экранировку воспроизводящей головки и подводящих цепей. Из табл. 3 видно, что специальные воспроизводящие головки выпускаются только для магнитофона «Тембр», применение их можно смело рекомендовать в магнито-

фонах с раздельными функциями. При отсутствии специальной воспроизводящей магнитной головки, ее можно заменить любой универсальной, отрегулировав режим и коррекцию усилителя.

44. Какими соображениями следует руководствоваться при выборе для магнитофона стирающей магнитной головки?

Для стирания с магнитной ленты старой записи и подготовки ее к новой в магнитофонах применяют стирающие магнитные головки. Качество работы головки зависит от согласования с высокочастотным генератором, током которого она питается, и материала, из которого изготовлен ее сердечник. Лучшие результаты дают феритовые сердечники, поэтому подавляющее большинство промышленных стирающих головок сейчас выпускаются с сердечниками из феррита с передним рабочим зазором из слюды, гетинакса и т. п. шириной 0,1—0,2 *мм*. Индуктивность обмотки колеблется в пределах 0,5÷10 *мгн*, а ток стирания 40 ÷ 150 *ма*. При выборе стирающей головки существенное значение имеет высокочастотный ток, протекающий через ее обмотку. Желательно, чтобы величина его была возможно меньшей, а частота от 35 до 70 *кгц*. При этом необходимо, чтобы высокочастотный генератор имел минимальный расход по питанию, что важно для магнитофонов, работающих от батарей.

45. Как проверить исправность магнитных головок и определить их индуктивность?

На первый взгляд, нет ничего проще, как взять омметр или пробник и поднести концы его к выводам обмотки магнитной головки. Такая проверка магнитных головок недопустима. Прохождение через обмотку постоянного тока вызовет намагничивание сердечника, что приведет к появлению дополнительных шумов и помех в работе магнитофона, а подчас и к нарушению качественных показателей головки.

Проверить целость обмотки магнитной головки можно только с помощью переменного напряжения и контрольного прибора, измеряющего переменное напряжение, или наушников. Для этого напряжение со звукового генератора или другого какого-либо источника величиной в 1—3 *в* подводится с одной стороны к обмотке магнитной головки, с другой — к контрольному прибору, по-

последовательно соединенному с этой обмоткой. Если стрелка прибора отклоняется, головка исправна.

Измерить индуктивность обмотки магнитной головки можно следующим образом. Схема измерения приводится на рис. 16. К выходу звукового генератора (любого типа) присоединяют последовательно резистор R и магнитную головку (МГ). Выходное напряжение генератора частотой 1000 *гц* замеряется электронным вольтметром (ЛВ). Изменением величины сопротивления резистора добиваются равенства напряжения на резисторе и на магнитной головке. Полученную при этом вели-

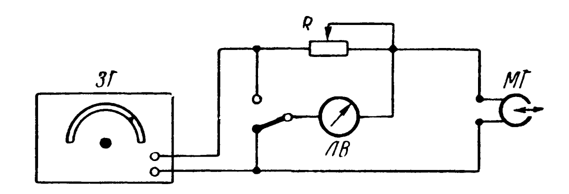


Рис. 16. Схема измерения индуктивности магнитных головок.

чину R подставляют в формулу и производят вычисление:

$$L = \frac{R}{\omega} = \frac{R}{2\pi f} = \frac{R}{6{,}28}\ [мгн],$$

где L — искомая индуктивность, *мгн*; f — частота, *гц*; R — сопротивление, *ом*.

При замерах индуктивности высокоомных магнитных головок необходимо подобрать величину сопротивления и напряжения так, чтобы через головку проходил ток не более 0,1 $\div$ 0,5 *ма*, а при низкоомных головках 2 $\div$ 10 *ма*. Более точное измерение индуктивности магнитных головок можно произвести на универсальном мосту типа УМ-2 или Е12-1А.

Иногда дефекты магнитных головок можно обнаружить тщательным визуальным осмотром. С помощью 3—5-кратной оптической лупы необходимо внимательно рассмотреть магнитную головку. Рабочая поверхность ее должна быть хорошо отполирована и не должна иметь (особенно в районе рабочей щели) царапин, углублений и завала металла, из которого сделана щель. Края щели должны иметь ровное очертание без заусениц, а торцы

пластин сердечника располагаться друг против друга без перекоса, разделенные ровной антимагнитной прокладкой (бронза, слюда, гетинакс).

46. Какие существуют конструкции самодельных магнитных головок?

В подавляющем большинстве конструкций любительских магнитофонов применяются магнитные головки промышленного производства. И это естественно, ибо это те детали, которые должны отвечать требованиям высокой точности и аккуратности в изготовлении. Но некоторые любители делают магнитные головки своими силами.

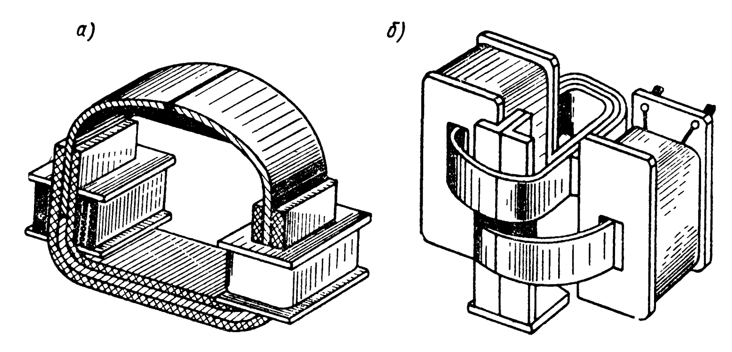


Рис. 17. Самодельные магнитные головки: *а* — монофоническая со съемной рабочей частью; *б* — стереофоническая.

В литературе имеются описания нескольких конструкций самодельных головок, фотографии которых изображены на рис. 17. Конструкция магнитной головки (рис. 17, *а*) со съемной рабочей частью описана в журнале «Радио», № 7, 1961, стр. 56. О том, как сделать стереофонические магнитные головки (рис. 17, *б*) можно прочесть в журнале «Радио», № 9, 1962, стр. 45; описания изготовления своими силами малогабаритных головок для транзисторных магнитофонов имеются в журналах «Радио», № 5, 1962, стр. 48 и № 1, 1967, стр. 14.

47. Как правильно и точно установить в магнитофоне магнитные головки?

От правильной установки магнитных головок в магнитофоне зависят его качественные показатели. Головки обычно устанавливаются по ходу движения ленты

в следующей последовательности: стирающая и универсальная или стирающая, записывающая и воспроизводящая. При этом необходимо обеспечить точное расположение рабочей части головки соответственно месту расположения звуковой дорожки на магнитной ленте, перпендикулярность рабочих зазоров к направлению движения ленты, а при наличии записывающих и воспроизводящих головок точную параллельность их рабочих зазоров. Существенное значение для качества воспроизведения (особенно низких частот) имеет охват

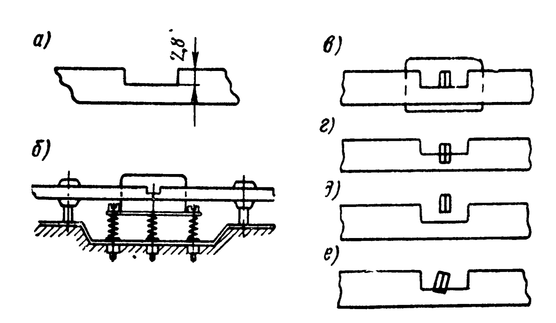


Рис. 18. Установка и регулировка магнитных головок.

магнитной лентой с обеих сторон рабочего зазора головки. Длина дуги охвата должна быть не меньше длины волны самой низкой частоты, которую записывает данный магнитофон.

Установку магнитных головок по высоте при двухдорожечной записи можно выполнить с помощью примитивного шаблона. Для этого берут катушку магнитной ленты и, отмотав от начала ее 1 *м*, лезвием бритвы делают два выреза: один размером 2,8 × 10,0 *мм*, а другой на расстоянии 50—60 *мм* 3 × 10,0 *мм* (рис. 18). Далее эта лента заряжается в магнитофон, и участок ее с первым вырезом подводят к универсальной магнитной головке так, чтобы в вырез была видна ее рабочая часть. Натянув ленту между направляющими колонками, проверяют правильность расположения рабочей части головки. Регулировочными винтами и направляющими колонками добиваются нужной точности. Второй

вырез предназначен для установки таким же образом стирающей головки.

Перпендикулярности рабочих зазоров магнитных головок добиваются с помощью контрольно-измерительной ленты (тест-фильма ЛИР часть «У») по максимуму отдачи выходного напряжения.

В магнитофоне, где имеется записывающая и воспроизводящая головки, параллельность их рабочих зазоров осуществляют в следующей последовательности. Прежде всего выставляют воспроизводящую магнитную головку так, как описывалось выше. После этого к выводам записывающей головки подключают электронный вольтметр, измеряющий переменное напряжение (например, прибор Ф-431), предварительно отключив концы, идущие от головки записи к усилителю. Пустив на воспроизведение измерительную ленту, регулируют положение записывающей головки, так чтобы прибор показывал максимум напряжения. После этого схема восстанавливается.

48. Как определить «отдачу» воспроизводящей и универсальной магнитной головки?

Основным параметром воспроизводящей головки (универсальной при воспроизведении) является ее «отдача», т. е. напряжение, развиваемое ею в режиме холостого хода при воспроизведении записи максимального уровня.

Проверку этого параметра в производственных условиях делают на специальных стендах. В любительских условиях можно определить величину «отдачи», имея электронный милливольтметр (например, В3-2А или аналогичный) с высоким входным сопротивлением и измерительную ленту типа ЛИР часть «У», с той скоростью продвижения, которая применена в лентопротяжном механизме, где будет испытываться данная магнитная головка.

Перед проведением измерения уровня отдачи воспроизводящей или универсальной магнитной головки выверяется перпендикулярность положения ее рабочего зазора относительно направления движения магнитной ленты, а к свободным выводам головки подпаивают концы экранированного провода, который соединяет ее с милливольтметром. При этом необходимо проследить, чтобы экран головки и оболочка провода были заземлены.

Зарядив лентопротяжный механизм измерительной лентой, пускают его на ход и по шкале милливольтметра отсчитывают показания. Это и будет величина отдачи головки на частоте 400 *гц*.

49. Как определить оптимальный ток подмагничивания записывающих и универсальных магнитных головок?

В паспортных данных записывающих и универсальных магнитных головок должна приводиться величина оптимального тока подмагничивания, что облегчает установку его при настройке и регулировке магнитофона.

Правильность выбора величины этого тока можно определить путем нескольких контрольных записей сигнала в 1000 *гц* с различными величинами тока, т. е. при нескольких положениях ротора подстроечного конденсатора или движка потенциометра, регулирующих ток подмагничивания в записывающей (или универсальной) головке. Затем, перемотав ленту на начало, включают магнитофон на воспроизведение, наблюдая по ламповому вольтметру, подключенному к линейному выходу усилителя магнитофона, за выходным напряжением. Запись, при воспроизведении которой получается наибольшее выходное напряжение при неизменном положении регулятора усиления, выполнена в режиме оптимального тока подмагничивания.

Найденное значение оптимального тока подмагничивания необходимо замерить. Для этого последовательно с записывающей (или универсальной) магнитной головкой, в разрыв провода, идущего к «земле», включают резистор величиной 10 *ом* (типа УЛМ или УЛИ), на котором электронным вольтметром в режиме записи измеряют падение напряжения при отсутствии тока звуковой частоты. Величину тока подмагничивания определяют по формуле $I = \frac{U\ мв}{10\ ом}\ [ма]$.

50. Как определить ток стирания стирающих магнитных головок?

В том случае, когда отсутствуют данные стирающей магнитной головки, ток стирания определяют следующим образом. Магнитную головку устанавливают на свое место в лентопротяжном механизме, выверяют ее положение так, чтобы зазор был перпендикулярен магнитной ленте, а прилегание хорошим. Подключают го-

ловку к высокочастотному генератору, при этом в провод, идущий к земле, следует впаять резистор в 1 *ом* (его можно сделать из тонкой медной проволоки). Параллельно этому резистору подсоединяют электронный вольтметр и осциллограф. Подбором конденсатора, один конец которого идет к стирающей магнитной головке, а другой — к обмотке катушки высокочастотного генератора, или переключая отводы на этой обмотке (если таковые имеются), добиваются максимального показания вольтметра. После этого записывают на магнитной ленте сигнал от генератора $f = 1000$ *гц* с уровнем, вдвое превышающим максимальный (желательно на ленте предварительно размагниченной).

Перемотав магнитную ленту на начало и выключив звук, сделанную запись стирают. Она должна быть полностью стерта за один проход.

На осциллографе, при подаче на головку тока стирания, форма его должна быть синусоидальная, а показания на электронном вольтметре в *мв* будут соответствовать току стирания в *ма* $\left(\text{так как } I = \frac{U}{1}\right)$.

51. Почему иногда сильно нагреваются стирающие магнитные головки?

Нагревание стирающих магнитных головок может наблюдаться в процессе налаживания магнитофона и при очень длительной непрерывной работе в режиме записи. Дело в том, что электрическая энергия высокочастотных колебаний генератора, подводимая к стирающей головке, преобразуется в магнитное поле, благодаря которому уничтожается (размагничивается) ранее сделанная запись. Но не вся подводимая энергия уходит на полезную работу (на стирание записи), часть ее расходуется в сердечнике головки. Как и в любом магнитном материале, работающем в условиях высокочастотного электромагнитного поля, потери в сердечнике головки стирания складываются из потерь на гистерезис и вихревые токи. Чем выше рабочая частота, тем большими оказываются потери в сердечнике. Так, с увеличением частоты ток стирания растет пропорционально квадрату частоты.

Например, для полного стирания записи при частоте генератора около 30 *кгц* потребуется мощность порядка 1,5—2 *вт*, а при частоте выше 60 *кгц* мощность возрастает

до 4—5 *вт*. Отсюда следует, что основными причинами нагрева головок стирания являются: повышенная рабочая частота тока стирания, низкое качество материала сердечника и повышенное напряжение, подводимое к стирающей головке. Поэтому частоту тока стирания в бытовых и любительских магнитофонах обычно выбирают не выше 60 *кгц*, а ток стирания подбирают во время налаживания в пределах паспортных данных. Перед тем как установить магнитные головки в магнитофон, необходимо уточнить все данные, связанные с режимом их работы, и руководствоваться ими при налаживании.

52. Экранировка магнитных головок

Защита от воздействия посторонних магнитных полей и других помех имеет важное значение особенно для воспроизводящих и универсальных магнитных головок. Дело в том, что э. д. с., развиваемая воспроизводящей головкой, создается довольно слабым внешним магнитным полем фонограммы и имеет малую величину, помехи же от различных узлов и блоков могут быть соизмеримы, а иногда и превышать полезный сигнал. Для устранения воздействия этих полей головки необходимо надежно экранировать со всех сторон, в том числе и снизу, несмотря на то, что основная панель стальная.

Воспроизводящие и универсальные магнитные головки помещают иногда не в один, а в два и даже в три экрана. Внешний экран уменьшает напряженность поля помехи, однако от этого поля, уже ослабленного внешним экраном, головка экранируется дополнительным внутренним экраном (как, например, в магнитофонах «Тембр», «Астра-2», «Чайка-М» и т. п.). Они изготовляются из материалов, обладающих высокой начальной магнитной проницаемостью, например, пермаллоя толщиной 0,5—1,5 *мм*.

Изготовление экранов в любительских условиях связано с трудностями, поэтому лучше пользоваться экранами промышленного производства. Магнитные головки, применяемые любителями, в подавляющем большинстве промышленного производства. Они невелики по габаритам и снабжены экранами. При использовании таких головок следует предусмотреть дополнительную крышку из пермаллоя, закрывающую рабочую поверхность магнитной головки во время работы. Обычно эти

крышки совмещают с прижимными устройствами магнитной ленты.

Экранировать рекомендуется не только универсальные и воспроизводящие магнитные головки, но также записывающие и стирающие головки, по обмоткам которых проходит высокочастотный ток от генератора. Конструкция таких экранов аналогична, но материалом для них служит медь, латунь, алюминий.

53. Почему происходит намагничивание магнитных головок и как их размагничивать?

В процессе эксплуатации магнитофона, а главным образом в период изготовления и сборки его, стальные детали лентопротяжного механизма, экраны магнитных головок, а также их сердечники могут намагнититься. Это происходит совершенно случайно и постепенно от неоднократного прикосновения намагниченными ножницами и отвертками, при проверке обмоток головок омметром или пробником и т. п. Поэтому полезно периодически размагничивать магнитные головки и стальные детали, соприкасающиеся в процессе эксплуатации с магнитной лентой.

Размагнитить магнитные головки можно двумя способами: с помощью конденсатора постоянной емкости или специальным электромагнитом (см. вопрос 8). С помощью электромагнита размагничивание деталей и магнитных головок производят так же, как и рулонов магнитной ленты. Конденсатором постоянной емкости магнитные головки размагничивают следующим образом. Конденсатор емкостью 0,1—0,5 *мкф* заряжают от источника постоянного тока (выпрямителя, батарей элементов и т. п.) и подключают к выводам обмотки магнитной головки, которая на это время отключается от усилителя. Конденсатор будет разряжаться через обмотку головки, которая представляет собой индуктивность. Процесс носит затухающий характер. Разряд конденсатора длится 5—10 *сек*. Не рекомендуется прерывать разряд и снова подключать конденсатор.

54. Почему в магнитофонах с транзисторными усилителями применяют магнитные головки с малой индуктивностью?

Как известно, э. д. с. магнитной головки в режиме воспроизведения зависит от частоты. Так, например, у универсальной головки с индуктивностью порядка

сопротивление на высшей рабочей частоте 10 *кгц* составляет около 63 *ком*. Если такую головку в режиме воспроизведения подключить к сетке электронной лампы, ее нагрузкой будет резистор утечки лампы, сопротивление которого во много раз больше сопротивления головки на самой высшей частоте. Такое включение высокоомной головки не отразится на отдаче сигнала.

В усилителях, собранных на транзисторах, дело обстоит иначе. Универсальная или воспроизводящая магнитная головка с большой индуктивностью порядка 1 *гн* (высокоомная), включенная на вход транзисторного усилителя, собранного, допустим, по схеме с общим эмиттером, будет сильно шунтирована низким входным сопротивлением усилителя. В связи с этим на высших частотах только часть напряжения, развиваемого головкой, поступит на вход усилителя, что приведет к завалу частотной характеристики усилителя на этих частотах.

Совершенно иначе обстоит дело с применением воспроизводящих и универсальных магнитных головок с малой индуктивностью (низкоомных) от 20 до 100 *мгн*, поскольку их индуктивное сопротивление на высшей рабочей частоте будет соизмеримо (даже меньше) с входным сопротивлением усилителя. Правда, величина напряжения сигнала, развиваемого такой головкой, будет меньше, но это обычно компенсируется увеличением каскадов усилителя.

Необходимость применения в транзисторных магнитофонах магнитных головок с малой индуктивностью относится главным образом к универсальным, работающим в режиме записи.

Подавляющее большинство транзисторных магнитофонов работает от источников питания с напряжением в 12 *в*, поэтому для универсальной высокоомной магнитной головки получение повышенного напряжения выхода, для обеспечения требуемого тока записи, связано с дополнительными трудностями и усложнением. То же самое относится и к обеспечению требуемого тока подмагничивания от высокочастотного генератора, питаемого низким напряжением. Применяя при этих обстоятельствах универсальные головки с малой индуктивностью, можно обеспечить необходимые режимы как при записи, так и при воспроизведении,

55. Как использовать высокоомные универсальные и воспроизводящие магнитные головки в магнитофонах с усилителями на транзисторах?

Существует несколько схем включения высокоомных магнитных головок на вход транзисторных усилителей. На рис. 19, *а* * изображена схема входного каскада с общим коллектором, который обладает повышенным

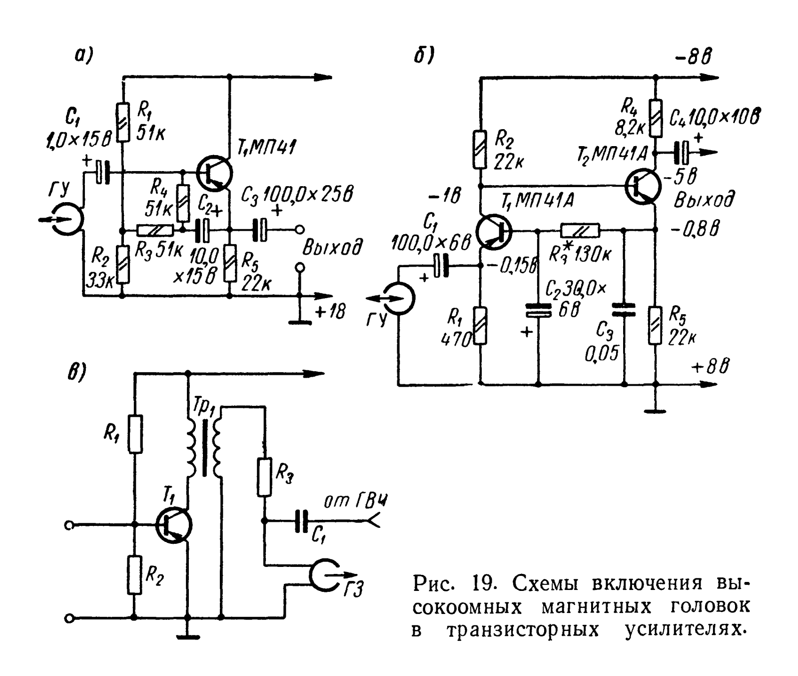


Рис. 19. Схемы включения высокоомных магнитных головок в транзисторных усилителях.

входным сопротивлением переменному току. Здесь сигнал с универсальной головки (ГУ) в режиме воспроизведения через конденсатор C_1 поступает на базу транзистора T_1. Смещение на базу этого транзистора подается со средней точки делителя R_1R_2 через дополнительные резисторы R_3 и R_4. Средняя точка делителя соединена по переменному току с эмиттером транзистора. Это резко уменьшает падение переменного напряжения на резисторе R_4, что эквивалентно увеличению входного сопротивления каскада. К такому каскаду можно подключать

* Журнал «Радио», 1968, № 4.

высокоомные универсальные головки, индуктивность которых находится в пределах 0,9—2 *гн*.

Представляет интерес схема предварительного двухкаскадного усилителя для транзисторного магнитофона, изображенная на рис. 19, *б*. Здесь универсальная головка работает при воспроизведении в так называемом режиме «короткого замыкания». При этом входное сопротивление усилителя должно быть равно индуктивному сопротивлению головки на низшей рабочей частоте (200—400 *ом* для головок с индуктивностью 1 *гн*).

Достоинство такого режима работы в том, что напряжение, развиваемое головкой на входе усилителя, остается постоянным во всем диапазоне частот, так как при уменьшении индуктивного сопротивления головки с уменьшением частоты снижаются и потери напряжения на ее эквивалентном сопротивлении. Потери же в головке на высших частотах можно легко скомпенсировать в усилителе. Недостатком такого включения является уменьшение на 3 *дб* (1,4 раза) создаваемого головкой напряжения на нагрузке в области средних частот по сравнению с развиваемой э. д. с. и ограниченный динамический диапазон. В то же время схема позволяет получить соответствующую коррекцию частотной характеристики как при записи, так и при воспроизведении, не требуя для этого никаких переключений и дополнений. Первый каскад усилителя собран по схеме с общей базой, которая при низком входном сопротивлении отличается хорошими частотными характеристиками, довольно большим коэффициентом усиления и малым напряжением шумов. Коллектор первого транзистора гальванически связан с базой второго, который включен по схеме с общим эмиттером. Резистор R_5 и конденсатор C_3 в цепи эмиттера транзистора второго каскада образуют цепь частотно-зависимой отрицательной обратной связи, повышающей входное сопротивление каскада и дающей подъем усиления на высших звуковых частотах. По постоянному току оба каскада охвачены глубокой отрицательной обратной связью (резисторы R_3, R_5), что обеспечивает хорошую термостабилизацию всего усилителя в диапазоне температур от —10 до +45° С. При работе с высокоомной универсальной (или воспроизводящей) магнитной головкой индуктивностью в 1 *гн* максимальное выходное напряжение данного усилителя равно 2,2 *в*.

На рис. 19, *в* приведена схема включения высокоомной универсальной головки для записи во вторичную обмотку выходного трансформатора. Выходной каскад на транзисторе при питании 12 *в* может обеспечить эффективное выходное напряжение не более 3,5—4 *в*. Для получения требуемого тока записи (примерно 0,2—0,3 *ма*) универсальной головке с индуктивностью 1,0 *гн* необходимо напряжение звукового сигнала порядка 24 *в*. Из этого следует, что трансформатор потребуется с коэффициентом трансформации 1 : 7.

§ 5. УСИЛИТЕЛИ МАГНИТОФОНОВ

56. Какие преимущества и недостатки имеют магнитофоны с универсальными и раздельными усилителями?

В любом магнитофоне существует канал записи и канал воспроизведения. Оба канала в совокупности образуют так называемый «сквозной канал», в котором процесс звукопередачи начинается у микрофона и заканчивается громкоговорителем.

В магнитофонах с раздельными усилителями сквозной канал позволяет непосредственно во время записи осуществлять слуховой или визуальный контроль качества звукозаписи. При этом можно улучшать ее, оперируя ручкой регулятора усиления в канале записи, и, следовательно, подбирать оптимальную степень намагниченности магнитофонной ленты, что очень важно для уменьшения искажений.

Следует иметь в виду, что ухудшение записи происходит не только при превышении нормального уровня записываемого сигнала, подводимого к записывающей головке, но и при занижении уровня полезного сигнала, так как это влечет за собой увеличение уровня шумов. Следовательно, оперативный контроль, который можно осуществлять в магнитофонах с раздельными усилителями, дает возможность уверенно вести процесс записи и делать хорошие магнитофильмы.

В магнитофонах с универсальным усилителем, используемым поочередно или в режиме записи, или в режиме воспроизведения, невозможно во время записи осуществлять контроль качества. Переход с режима записи к режиму воспроизведения и обратно осуществляется здесь путем коммутации входных, выходных и корректи-

рующих цепей усилителя. В таких магнитофонах прохождение сигнала по сквозному каналу осуществляется с большой задержкой во времени (время записи плюс время обратной перемотки ленты и требуемых переключений), что очень затрудняет налаживание и регулировку собранного магнитофона.

Однако универсальные усилители входят в большинство любительских магнитофонов, так как удешевляют их, а также уменьшают вес и габариты.

Малое распространение раздельных усилителей в любительских звукозаписывающих устройствах объясняется тем, что не все радиолюбители представляют все преимущества раздельного усиления. Иногда ошибочно считают, что универсальный усилитель проще в изготовлении. В действительности же и в конструктивном отношении и в налаживании он гораздо сложнее. Правильно собрать и хорошо отрегулировать магнитофон с универсальным усилителем (особенно в любительских условиях) значительно сложнее, чем магнитофон с раздельными усилителями.

57. Каким основным требованиям должен соответствовать усилитель воспроизведения магнитофона?

В магнитофонах с раздельными усилителями на усилитель воспроизведения возлагается две основные задачи — усиление сигналов, получаемых от воспроизводящей магнитной головки, и частотная коррекция этих сигналов. При этом необходимо заметить, что величина э. д. с., развиваемая магнитной головкой воспроизведения, очень мала и на низких частотах звукового диапазона она составляет 50—150 *мкв*. Из этого следует, что усилитель воспроизведения должен обладать большим коэффициентом усиления, а это, как известно, связано с некоторыми конструктивными трудностями, одна из которых заключается в получении по возможности более широкого динамического диапазона, не хуже 40—65 *дб*.

Входные цепи и первый каскад являются наиболее ответственными узлами усилителя воспроизведения, так как шумы и помехи, идущие с этого участка, будут усилены всеми последующими каскадами аналогично полезному сигналу. О том, как снизить уровень помех в этих цепях, будет сказано в ответе на 64 вопрос.

К усилителю воспроизведения предъявляются жесткие требования в отношении величины коэффициента нелинейных искажений, который для высококачественной аппаратуры на низких частотах не должен превышать 1%, а на средних 0,5%. На качество воспроизведения, кроме нелинейных искажений и шумов, существенно влияет частотная характеристика усилителя, а для обеспечения возможности обмена фонограммами, записанными при одной и той же скорости, но на разных магнитофонах, частотные характеристики каналов записи и воспроизве-

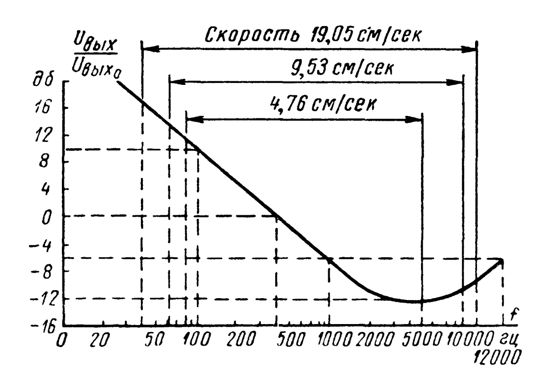


Рис. 20. Типовые частотные характеристики воспроизведения для трех скоростей продвижения магнитной ленты.

дения должны быть идентичными, т. е. соответствовать требованиям ГОСТ 12392—66.

В усилителе воспроизведения должен быть регулятор усиления, а иногда применяют и раздельную регулировку тембра по высоким и низким частотам. На выходе необходимо иметь контрольный прибор (индикатор выхода), с помощью которого будет контролироваться уровень записи.

58. Какие способы коррекции применяются в усилителях воспроизведения и практические схемы их?

Вход усилителя воспроизведения нагружен на воспроизводящую магнитную головку, э. д. с. сигнала которой с ростом частоты сначала линейно увеличивается, а затем спадает. На рис. 20 представлена стандартная частотная характеристика усилителя воспроизведения

при идеальной воспроизводящей головке для трех скоростей продвижения магнитной ленты, откуда видно, что в усилителе должна быть предусмотрена глубокая коррекция по низким частотам и небольшой подъем на высших для компенсации щелевых потерь в магнитной головке. Практически она осуществляется в промежуточных каскадах усилителя воспроизведения и лишь иногда во входных цепях. Добиваются требуемой коррекции применением схем с *RC*- и *RCL*-делителями, а также с помощью цепей частотно-зависимой отрицательной обратной связи.

На рис. 21, *а* приведена практическая схема коррекции частотной характеристики усилителя воспроизведения в области верхних звуковых частот с помощью контура, настроенного на частоту 10 *кгц*.

С анодной нагрузки $Л_2$ в катодную цепь $Л_1$ через резистор R_3 и конденсатор C_2 подается напряжение обратной связи; подбором их величин можно обеспечить требуемую форму частотной характеристики для данной скорости движения магнитной ленты.

Другая разновидность коррекции в усилителях воспроизведения приведена на рис. 21, *б* с применением в цепи отрицательной обратной связи *RC*-фильтров. Конденсатор C_1 ослабляет действие отрицательной обратной связи на высоких частотах, осуществляя тем самым требуемый подъем частотной характеристики, а конденсатор C_2 создает подъем низких частот.

На рис. 22 приводится схема предварительного усилителя воспроизведения любительского магнитофона для скорости продвижения магнитной ленты 9,53 *см/сек*.

59. Каким основным требованиям должен соответствовать усилитель записи магнитофона?

Усилитель записи предназначен для усиления сигналов, поступающих на вход, соответствующей частотной коррекции их, а выход его рассчитан на нагрузку, имеющую индуктивный характер (магнитную головку записи). Смешение записываемого сигнала с током высокочастотного подмагничивания осуществляется в выходных цепях усилителя.

В любительских магнитофонах усилитель записи обычно имеет несколько входов и может работать от микрофона, звукоснимателя, выхода с другого магнитофона, телевизора или радиоприемника. Собственные

шумы в этом усилителе являются менее серьезным препятствием, чем в усилителях воспроизведения, ибо входной сигнал намного больше.

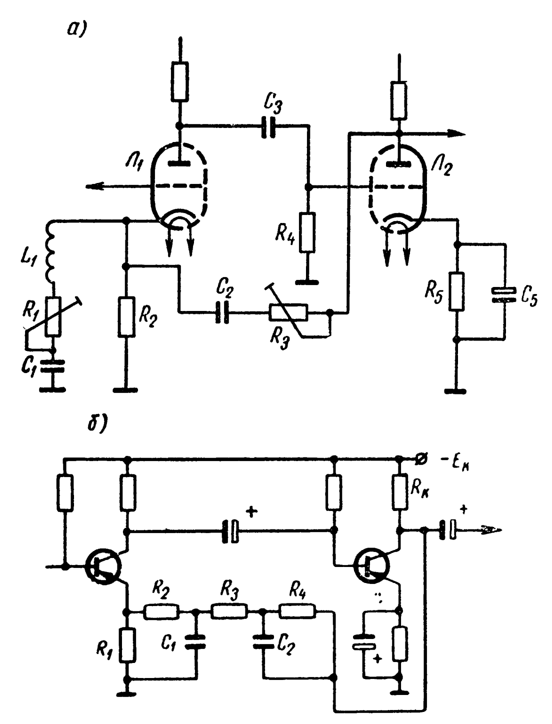


Рис. 21. Схемы коррекции усилителя воспроизведения в области верхних звуковых частот.

Получение коэффициента нелинейных искажений требуемой величины в 0,5% не представляет особых затруднений, так как нагрузка его — записывающая магнитная головка — потребляет малую мощность (порядка 10 *мвт*). В усилителе записи должен быть регулятор усиления, но регулятор тембра недопустим.

Сопротивление записывающей магнитной головки для звуковых частот имеет индуктивный характер и растет с увеличением частоты. Если при записи различных

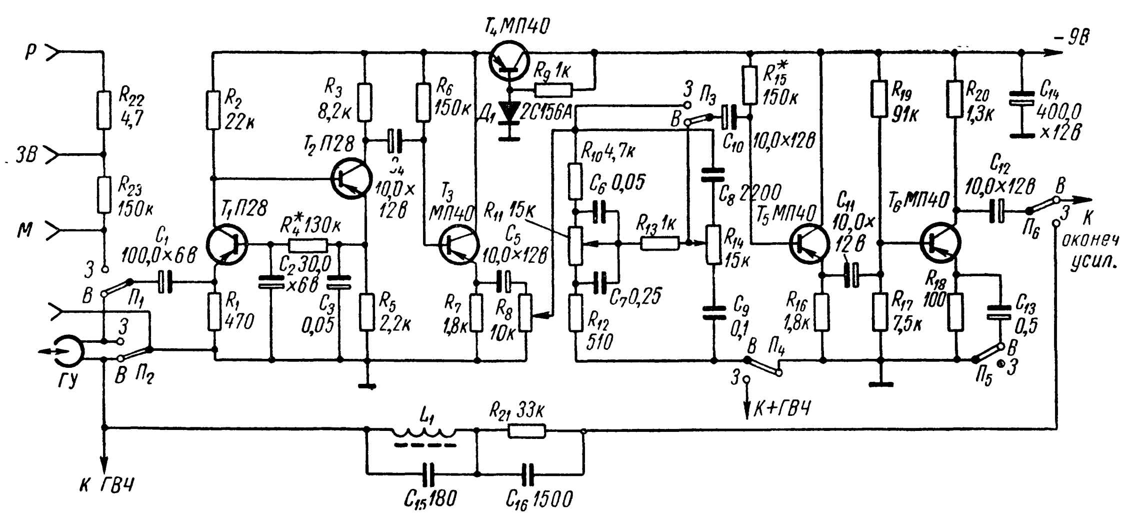


Рис. 22. Схема предварительного усилителя воспроизведения.

звуковых частот подавать одинаковое напряжение на записывающую головку, то остаточное намагничивание ленты не будет одинаково. С увеличением частоты оно ослабевает и вызывает завал частотной характеристики, величина которого при записи зависит от рабочих свойств магнитной ленты, скорости ее движения, конструкции и качества магнитной головки и режима записи. Поэтому для компенсации завала частотной характеристики в канале записи применяется коррекция, которая сводится, в основном, к подъему усиления на высоких частотах (см. рис. 23).

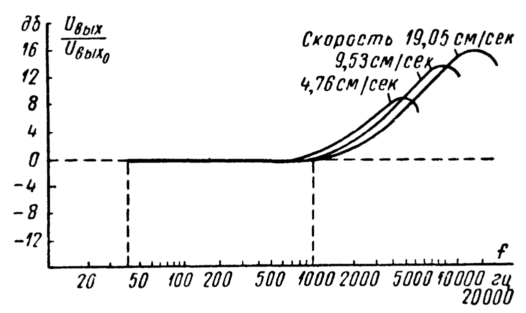


Рис. 23. Типовая частотная характеристика записи для трех скоростей продвижения магнитной ленты.

60. Какие способы коррекции применяются в усилителях записи и практические схемы их?

Как видно из типовой частотной характеристики усилителя записи (рис. 23), необходим подъем на высоких частотах. Это достигается применением соответствующей коррекции как в самом усилителе, так и на его выходе, т. е. в цепях записывающей магнитной головки. На рис. 24 приведена схема усилителя записи для транзисторного магнитофона «Репортер-3», где частотная коррекция осуществляется между вторым и третьим каскадами. Подъем частотной характеристики в области высоких частот создается резонансным контуром L_1C_{10}, причем на высшей рабочей частоте (10 *кгц*) этот подъем может достигать 8—10 *дб*. Регулировать его можно переменным резистором R_{11}, шунтирующим контур L_1C_{10}. С помощью переключателя $П_1$ во время речевых записей конденсатор C_5 отключается, тем самым уменьшается

усиление на низких частотах (100 *гц*) вдвое (на 6 *дб*). В коллекторе транзистора T_5 включен дроссель $Др_1$, который зашунтирован резистором R_{18}. Это сделано для устранения возможного резонанса на нижних частотах. Катушка индуктивности L_2 и конденсатор C_{15} образуют так называемую фильтр-пробку. Это контур настраивается на частоту генератора подмагничивания и препятствует таким образом проникновению токов подмагничивания в усилитель записи.

Для того чтобы индуктивность записывающей головки возможно меньше влияла на величину тока записи, необходимо внутреннее сопротивление выходного каскада усилителя записи сделать намного больше полного сопротивления записывающей магнитной головки на высшей частоте записываемого диапазона. Это достигается путем включения последовательно с записывающей головкой резистора, величина сопротивления которого выбирается из условия:

$$R = (2 \div 3)\pi l f_в L_г,$$

R — сопротивление в *ком*; $f_в$ — верхняя рабочая частота, *кгц;* $L_г$ — индуктивность головки записи, *гн.*

На рис. 24 эти функции выполняет резистор R_{21}.

Иногда применяют стабилизацию нагрузки усилителя записи с помощью последовательного включения с записывающей головкой параллельно соединенных резистора и конденсатора, емкость которого определяют по формуле:

$$C = \frac{2,53 \cdot 10^{-2}}{f_в^2 \cdot L_г},$$

где: C — емкость в *мкф*; $f_в$ — верхняя рабочая частота, *кгц*; $L_г$ — индуктивность головки записи, *гн.*

Второй способ коррекции и стабилизации наиболее подходящий для усилителей на транзисторах.

61. Каким основным требованиям должен соответствовать универсальный усилитель магнитофона?

В любительских и бытовых промышленных магнитофонах широко распространены универсальные усилители. Большинство из них работает с одной универсальной магнитной головкой, которая при воспроизведении подключается к входу усилителя и при записи на выход. При пе-

3*

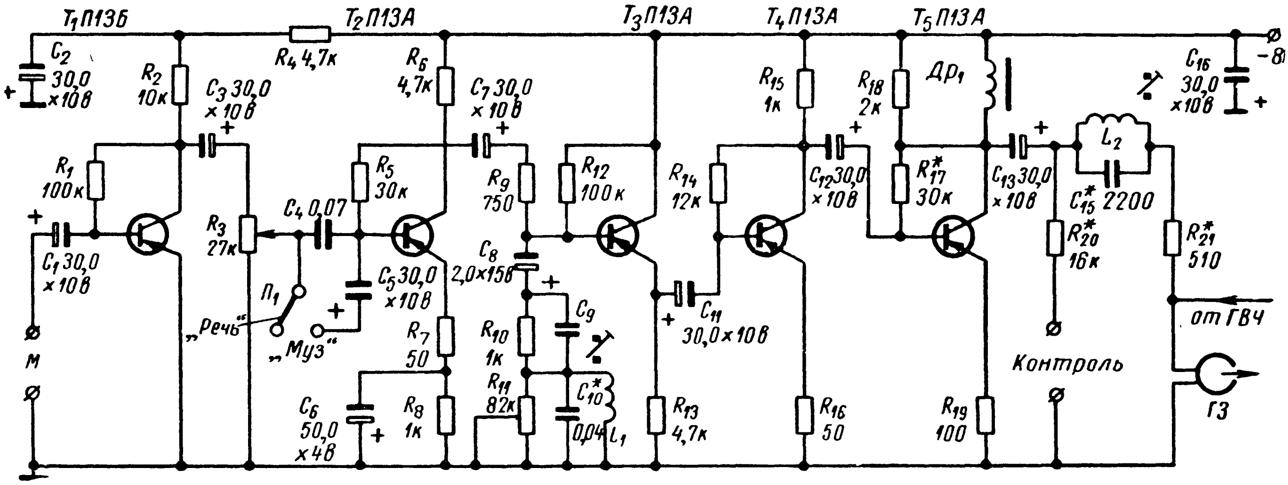


Рис. 24. Схема усилителя записи магнитофона «Репортер-3».

реходе от режима воспроизведения к режиму записи кроме коммутации входных и выходных цепей коммутируются также и цепи коррекции усилителя, обеспечивая тем самым требуемые частотные характеристики, соответствующие усилителю воспроизведения или усилителю записи.

Выходная мощность усилителя определяется его работой на соответствующую нагрузку, причем максимальной она должна быть в режиме воспроизведения, когда нагрузкой служит громкоговоритель или акустическая система. В режиме записи выходной каскад в подавляющем большинстве конструкций выключается или переводится на работу в качестве высокочастотного генератора подмагничивания и стирания. Универсальная же головка при таком режиме подключается к выходу предоконечного каскада.

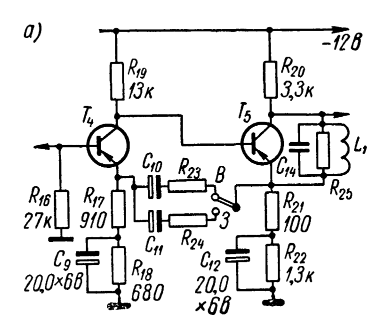
Чувствительность определяется минимальным сигналом, который необходимо усилить. В режиме воспроизведения этот сигнал поступает с универсальной головки. Он значительно меньше, чем напряжение, развиваемое микрофоном, поэтому для получения необходимой мощности коэффициент усиления усилителя рассчитывается по минимальному входному напряжению источника звукового сигнала.

При этом необходимо обеспечить минимальный уровень фона и отношение сигнал — шум не ниже 45 *дб*, а коэффициент нелинейных искажений — в пределах 2—2,5%. В универсальном усилителе предусматривается регулировка усиления (желательно, раздельная для записи и воспроизведения) и регулировка тембра только при воспроизведении. Для контроля уровня записи необходим соответствующий индикатор, который при переходе с режима воспроизведения на запись также коммутируется.

62. Какие способы коррекции применяются в универсальных усилителях и практические схемы их?

Универсальный усилитель имеет две частотные характеристики: одну при работе его в режиме воспроизведения, другую — в режиме записи. По виду они соответствуют характеристикам усилителя воспроизведения и усилителя записи, следовательно, и схемы коррекции аналогичны тем, которые применяются в этих усилителях.

Одна из них приведена на рис. 25, *а*, где коррекция осуществляется с помощью частотно-зависимой обратной связи. В режиме воспроизведения напряжение обратной связи с коллектора транзистора T_5 через цепочку $C_{10}R_{23}C_{14}R_{25}L_1$ подается в цепь эмиттера транзистора T_4. В режиме записи вместо цепочки $C_{10}R_{23}$ включается $C_{11}R_{24}$, при этом емкость C_{11} выбирается достаточно большой, чтобы избежать подъема частотной характеристики на нижних частотах. Контур $C_{14}R_{25}L_1$ обеспечивает подъем на верхних частотах как при воспроизведении, так и при записи. На рис. 25, *б* изображена схема коррекции, примененная в универсальном усилителе магнитофона «Каллисто» (автор Г. П. Карасев). В режиме записи, благодаря действию отрицательной обратной связи ($R_{24}C_{17}$), частотная характеристика практически линейна в полосе частот от 50 до 2000 *гц*. Это объясняется независимостью глубины обратной связи от частоты благодаря большой емкости конденсатора C_{17}. На частотах более 2 *кгц* усиление возрастает за счет уменьшения глубины обратной связи контуром коррекции L_3C_{16}.



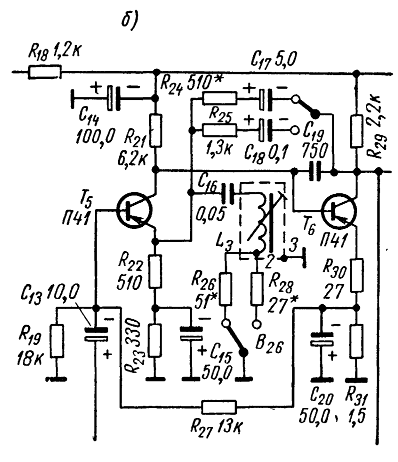


Рис. 25. Схема коррекций в универсальных усилителях магнитофонов.

Подъем частотной характеристики, необходимый для компенсаций щелевых искажений универсальной головки и некоторых других факторов, достигает 14 *дб*

на частоте 14 *кгц*. Степень этого подъема регулируется резистором R_{26}.

Получение частотной характеристики «стандартного канала воспроизведения» обеспечивается цепочкой $R_{25}C_{18}$, полное сопротивление которой уменьшается с увеличением частоты. В полосе частот от 6 до 14 *кгц* необходим значительный подъем усиления. Так, на частоте 14 *кгц* он достигает 17—20 *дб* и может регулироваться резистором R_{28}.

Довольно часто в любительских конструкциях универсальных усилителей наблюдается самовозбуждение из-за применения сложной коммутации. Отсюда важно рациональное размещение элементов усилителя, хорошая экранировка цепей, надежная конструкция переключателя и правильное использование его контактных групп.

С целью упрощения коммутации в некоторых схемах коррекцию частотной характеристики осуществляют только в режиме записи с помощью специального корректора, включаемого между выходом и универсальной головкой.

63. Каким основным требованиям должны отвечать оконечные каскады усилителей магнитофонов и практические схемы их?

Оконечный каскад в магнитофоне должен обеспечивать воспроизводящее устройство — громкоговоритель или соответствующую акустическую систему — необходимой электрической мощностью и высоким качеством воспроизводимого сигнала. Работа такого каскада не имеет специфических особенностей, связанных с магнитной звукозаписью, и функции его аналогичны оконечному каскаду радиоприемника. В ламповых схемах, где выходная мощность должна быть порядка 1—2 *вт*, применяют однотактные каскады, в которых используют лампы типа 6П14П или пентодную часть 6Ф3П, а при необходимости получения большей выходной мощности применяют двухтактные схемы на тех же лампах. Для получения малого уровня нелинейных искажений целесообразно использовать ультралинейную схему.

Большинство портативных магнитофонов имеют двухтактные выходные каскады на транзисторах, выполняемые по трансформаторной и по бестрансформаторной схемам.

Усилители мощности по бестрансформаторной схеме в настоящее время получили широкое распространение среди радиолюбителей, так как применение их уменьшает габариты и вес радиоаппаратуры и избавляет от трудоемкой работы по изготовлению трансформаторов. Подобные описания таких усилителей на различные мощности имеются в журналах «Радио» за 1967—69 гг.

64. Какие существуют способы снижения уровня фона и шумов во входных каскадах усилителя магнитофона?

Входной каскад усилителя магнитофона (при записи и воспроизведении) должен иметь минимальный уровень собственных шумов и фона, так как все это усиливается последующими каскадами вместе с полезным сигналом. В ламповых схемах снижения уровня фона удается добиться путем питания цепи накала лампы первого каскада постоянным током, при этом полезно напряжение накала понизить до 5,5 *в*. Для снижения наводок по цепи накала смещение на сетку лампы входного каскада можно получать за счет сеточных токов на резисторе утечки сетки, величина которого берется порядка 5—10 *мом*. Катод лампы должен при этом быть соединен с шасси через общую точку.

Существенные результаты в борьбе с наводками во входном каскаде дает хорошая экранировка и грамотное выполнение монтажа. Концы деталей, которые согласно схеме заземляются, должны соединяться все в одной точке (к лепестку или шинке) на монтажной плате, которая соединяется с шасси.

На экранированные провода входных цепей должны быть надеты хлорвиниловые трубки так, чтобы оболочка экрана не соприкасалась с шасси в нескольких точках, а была бы соединена в общей точке входного каскада. Не следует также использовать экранирующую оболочку в качестве токонесущего провода.

Для входного каскада желательно применять такие лампы, которые были бы менее склонны к микрофонному эффекту, обладали бы минимальными собственными шумами и достаточно высоким коэффициентом усиления. Таким условиям отвечает лампа типа 6Ж32П.

Во входных каскадах транзисторных усилителей магнитофонов для уменьшения шумов используют транзисторы с возможно меньшим коэффициентом шума

(например, П27А, П28). Существенное значение при этом имеет выбор схемы включения и режима работы. Для маломощных транзисторов минимальный уровень шумов получается при токе коллектора 0,1—0,3 *ма*, напряжении между коллектором и базой 0,5—2 *в* и сопротивлении источника сигнала 300—1000 *ом*. Что касается схемы включения транзистора, то это во многом зависит от входного сопротивления источника сигнала (головки, микрофона). Требования к экранировке входных цепей и правила монтажа аналогичны тем, что применяются в ламповых схемах.

65. Какие практические схемы коммутации применимы в универсальных усилителях?

Основным узлом управления работой магнитофона является переключатель рода работы, при помощи которого производится необходимая коммутация в универсальном усилителе, а также все механические и электрические переключения в магнитофоне согласно роду работы. Он может быть кнопочным, клавишным, галетным, кулачковым, реечным и т. п., но главное требование, которое предъявляется к переключателям такого рода — высокая надежность и четкость переключения.

В универсальных усилителях сложным является коммутация магнитных головок. Дело в том, что к ламелям или контактным группам переключателей подпаиваются входные и выходные цепи усилителя, что создает благоприятные условия для возникновения паразитных обратных связей и самовозбуждения. Во избежание этого необходимо в переключающем устройстве разносить контактные группы входных цепей возможно дальше от контактных групп выхода, разделяя их экранными перегородками, а соединительные провода должны быть экранированы и заключены в хлорвиниловую трубку. Коммутация входа и выхода усилителя, корректирующих и т. п. цепей с помощью различных реле во многом упрощает управление магнитофоном и исключают возможность самовозбуждения. Реле с контактными группами (особенно малогабаритные) можно располагать в непосредственной близости от переключаемой цепи, тем самым сокращаются линии коммутации, а управление реле осуществляется постоянным током, что упрощает переключатель рода работы и делает несущественным место его расположения.

На рис. 26 изображена схема коммутации входной цепи универсального усилителя.

66. Какие существуют унифицированные штепсельные соединители входных и выходных цепей для магнитофонов?

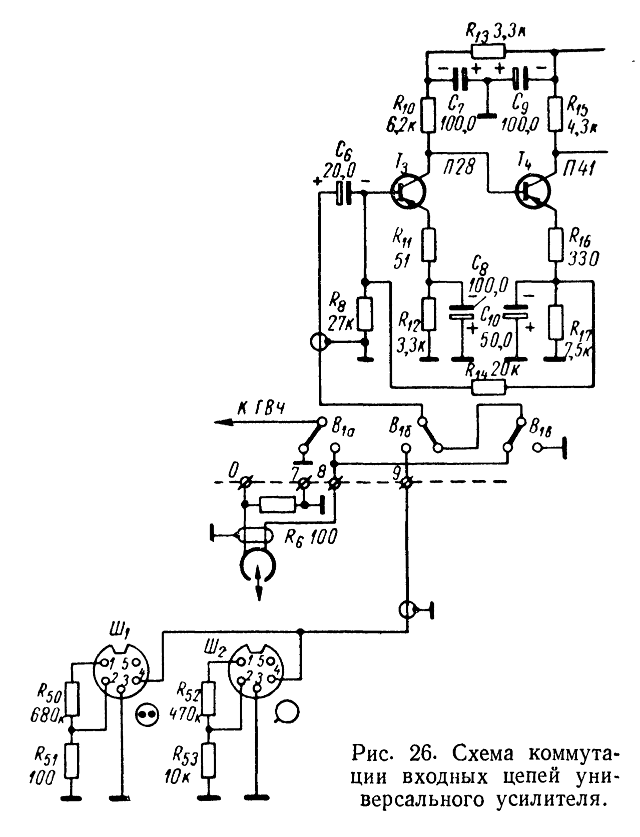


Рис. 26. Схема коммутации входных цепей универсального усилителя.

До 1 июля 1967 г. (с этой даты введен ГОСТ 12368—66) входные и выходные цепи в промышленных и любительских магнитофонах соединялись с помощью различных штеккеров, разъемов и двухполюсных штепсельных вилок. Это создавало неудобство при эксплуатации. В настоящий момент применяются унифицированные соединители следующих типов: СШ-3 — трехконтактная вилка, рис. 27, *а*; СШ-5 — пятиконтактная вилка,

рис. 27, *б*; СГ-3 — трехконтактная розетка, рис. 27, *в*; СГ-5 — пятиконтактная розетка, рис. 27, *г* (в трехконтактной розетке отсутствуют 4-ый и 5-ый лепестки).

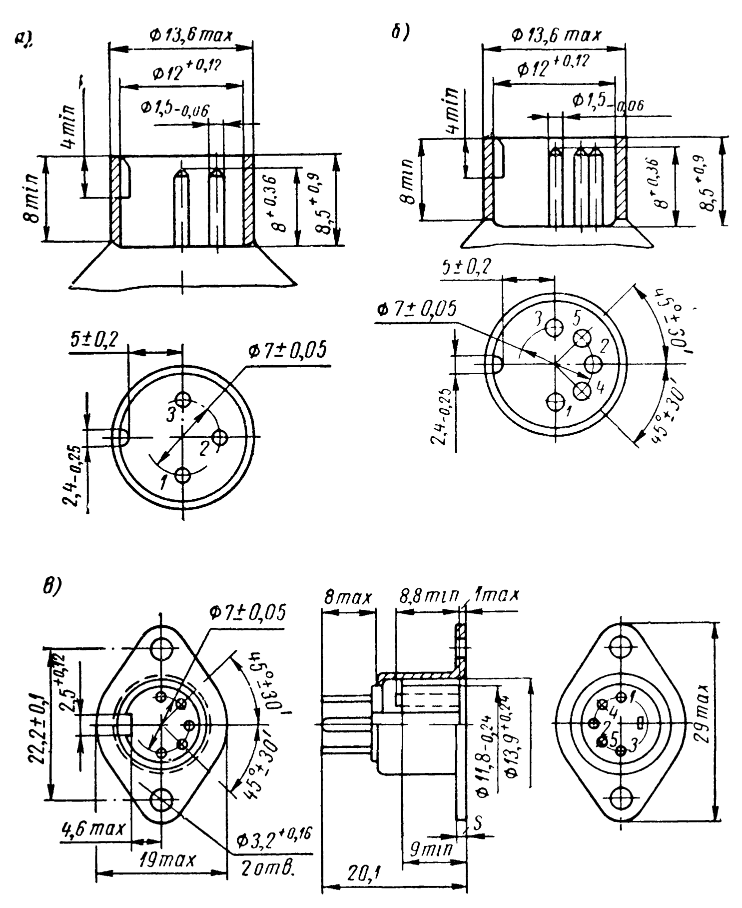


Рис. 27. Унифицированные штепсельные соединители: *а* — трехконтактная вилка СШ-3, *б* — пятиконтактная вилка СШ-5, *в* — трех- и пятиконтактная розетка СГ-3 и СГ-5.

Трехконтактные вилки могут соединяться с пятиконтактными розетками, а пятиконтактные вилки с трехконтактными розетками. Одновременно с применением

а)

	Звукосниматель		Микрофон					
			Симметричный		Несимметричный			
			низкоомный		высокоомный		низкоомный	
	Моно	Стерео	Моно	Стерео	Моно	Стерео	Моно	Стерео
Вилка (со стороны лепестков)	4 2 5 1 3 Сигнал	Прав 4 2 5 1 3 Лев Сигнал	2 1 3	Прав 4 2 5 1 3 Лев.	2 1 3	Прав 4 2 5 1 3 Лев	2 1 3	Прав 4 2 5 1 3 Лев

б)

Назначение розетки	Для подключения микрофона		Для подключения звукоснимателя		Для подключения радиотрансляционной сети	Линейный выход		Для подключения радиоприемника и телевизора	
	Моно	Стерео	Моно	Стерео		Моно	Стерео	Моно	Стерео
Розетка (со стороны вставки)	4 2 5 1 3 Запись	4 2 5 1 3 Прав Лев	4 2 5 1 3 Запись	4 2 5 1 3 Лев Прав.	4 2 5 1 3 Запись	4 2 5 1 3 Воспр	4 2 5 1 3 Воспр Лев Прав	Запись 4 2 5 1 3	Прав 4 2 5 1 3 Лев Запись

Рис. 28. Схемы распайки: *а* — вилок штепсельных соединений; *б* — розеток в магнитофонах.

этих унифицированных штепсельных соединителей предусматриваются единые для всех магнитофонов схемы распайки контактов соединителей (розеток и вилок).

На рис. 28, *а* приведены схемы распайки вилок штепсельных соединителей входных и выходных цепей магнитофонов со стороны лепестков, а на рис. 28, *б* — схемы распайки розеток в магнитофонах со стороны вставки.

В магнитофонах высшего I и II классов должны устанавливаться отдельные розетки для каждого входа. В магнитофонах III и IV классов допускается совмещение: а) в одной розетке микрофонного входа и входа звукоснимателя; б) в другой розетке входа радиоприемника и телевизора и входа радиотрансляционной сети.

В магнитофонах II, III и IV классов допускается совмещение в одной розетке линейного выхода и входа для подключения внешнего громкоговорителя.

§ 6. ГЕНЕРАТОРЫ ТОКОВ СТИРАНИЯ И ПОДМАГНИЧИВАНИЯ И ИНДИКАТОРЫ ЗАПИСИ

67. Каким основным требованиям должен соответствовать высокочастотный генератор токов стирания и подмагничивания?

Генератор высокой частоты магнитофона предназначен для стирания сделанных записей и подмагничивания магнитной ленты при записи. Он должен обеспечивать требуемые величины токов стирания и подмагничивания, т. е. обладать стабильностью по амплитуде и частоте и не излучать энергию своих колебаний в пространство. Частота тока стирания и подмагничивания, а она в подавляющем большинстве конструкций одна и та же, должна быть в 3—4 раза выше верхней записываемой данным магнитофоном частоты, т. е. порядка 30—70 *кгц*. Это необходимо, чтобы избежать образования комбинационных тонов вследствие биений между частотами подмагничивания и записываемого сигнала. Особенно жесткие требования предъявляются к генератору в отношении симметричности формы высокочастотных колебаний. Так, асимметрия формы тока подмагничивания в 1% увеличивает шум при записи на магнитной ленте на 4 *дб*. Асимметрия формы высокочастотных колебаний возникает из-за наличия четных гармоник, поэтому необходимо принять меры к их подавлению или использовать

двухтактные схемы, где они отсутствуют. При этом не обязательно, чтобы форма генерируемых колебаний была синусоидальной: она может быть и прямоугольной, но их максимальные положительные и отрицательные значения должны быть обязательно равными.

При конструировании и изготовлении магнитофонов необходимо свести к минимуму наводки от генератора на усилители, особенно на их предварительные каскады.

68. Какие существуют практические схемы высокочастотных генераторов токов стирания и подмагничивания?

Высокочастотные генераторы токов стирания и подмагничивания собираются по однотактным и двухтактным схемам на электронных лампах и транзисторах.

Заслуживает внимания схема высокочастотного генератора, в котором используется лампа выходного каскада универсального усилителя, так как в большинстве конструкций магнитофонов выходной каскад непосредственного участия в записи не принимает (рис. 29, *а*). При установке переключателей $П_1$, $П_2$ и $П_3$ в положение «запись» пентодная часть выходной лампы 6Ф3П будет работать в генераторном режиме. Напряжение на стирающую магнитную головку подается с обмотки контура генератора через конденсатор C_1, а напряжение подмагничивания через конденсатор C_2, которым и подбирается оптимальный ток подмагничивания.

Генератор обеспечивает ток стирания 60—80 *ма* и ток подмагничивания 0,5—0,8 *ма* с частотой 35—45 *кгц*. Катушка генератора наматывается на полистироловый, эбонитовый или деревянный каркас (рис. 29, *б*), в центре которого помещается ферритовый стержень. Намотка рядовая проводом ПЭЛ-1 0,15. Первоначально наматывается 100 *вит*, делается отвод (*1*—*2*), далее наматывается еще 10 *вит* и также делается отвод (*2*—*3*), после чего наматывается еще 500 *вит* того же провода (*3*—*4*). Двухтактные генераторы обеспечивают лучшую симметрию формы тока подмагничивания, и схемы их довольно распространены (см. вопрос 67).

Однако в любительских магнитофонах можно с успехом применять однотактные генераторы. На рис. 30 изображена простая схема однотактного высокочастотного генератора с автотрансформаторной обратной связью, собранная на транзисторе МП-40. Колебательный

контур генератора состоит из конденсатора C_1 и части обмотки *1* трансформатора L_1 (выводы *1—3*) и настроен на частоту порядка 40 *кгц*. Стирающая головка подключается к обмотке L_2 (выводы *5* и *6*), а подмагничивание на универсальную головку подается с обмотки I (выводы *4* и *1*) через конденсатор C_3, емкость которого подби-

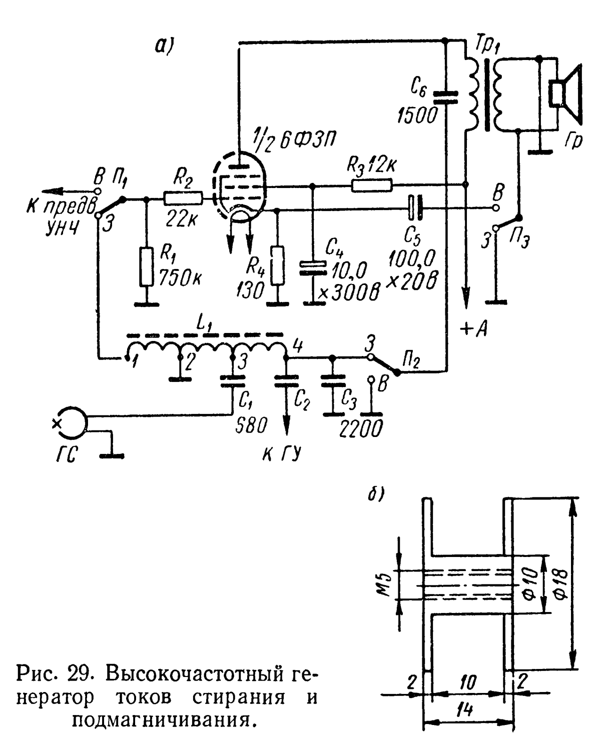


Рис. 29. Высокочастотный генератор токов стирания и подмагничивания.

рается в процессе налаживания. Транзистор T_1 должен иметь радиатор типа «флажок» или «спираль». Катушка генератора намотана на карбонильный сердечник СБ-3; обмотка *1* имеет 150 *вит* провода ПЭВ 0,23 (между выводами *1* и *2* — 40 *вит*, между выводами *2* и *3* — 60 *вит* и между выводами *3* и *4* — 60 *вит*). Обмотка II имеет 75 *вит* того же провода ПЭВ 0,23.

Безусловный интерес представляет схема двухкаскадного высокочастотного генератора стирания и подмагничивания любительского стереофонического магнитофона

«Селигер» автора В. Колосова (рис. 31). Первый каскад — задающий генератор — собран на транзисторе МП-41А

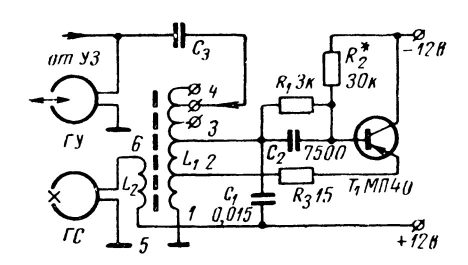


Рис. 30. Схема одноконтактного высокочастотного генератора

(T_{21}) по схеме индуктивной трехточки. Частота его 65 *кгц*, нагрузкой служит двухтактный усилитель

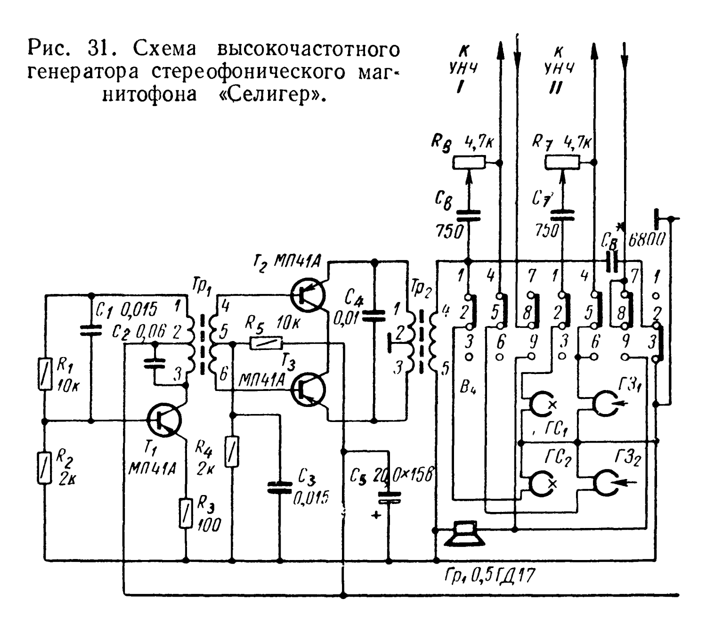


Рис. 31. Схема высокочастотного генератора стереофонического магнитофона «Селигер».

мощности, включенный по схеме эмиттерного повторителя с выходным трансформатором. Такая схема исключает изменение частоты генерации при переключении

стирающей головки в режимах моно — стерео, что важно для правильной работы заградительных фильтров, без которых в транзисторном магнитофоне обойтись нельзя. Генератор питается стабилизированным напряжением 7,5 *в*, потребляемый ток 65 *ма*, напряжение высокочастотного подмагничивания 14—16 *в*. Конденсаторы C_4 и C_6 введены для того, чтобы исключить замыкание сигнала через обмотку трансформатора $Тр_2$ в случае максимального значения тока высокочастотного подмагничивания. Емкость конденсатора C_7 подбирается из расчета постоянства тока подмагничивания в режимах моно — стерео. Контур генератора $Тр_1$ намотан в броневом сердечнике от приемника «Сокол» (контур усилителя ПЧ). Обмотка *1—2* имеет 40 *вит* ПЭЛ 0,08; обмотка *2—3* — 80 *вит* ПЭЛ 0,12; обмотка *4—5* — 180 *вит* ПЭЛ 0,08 и обмотка *5—6* — 180 *вит* ПЭЛ 0,08. Выходной трансформатор генератора $Тр_2$ намотан на ферритовом (1500 МН1) сердечнике ОБ-20, который стянут пластмассовым винтом. Обмотки *1—2* и *2—3* имеют по 28 *вит* провода ПЭВ-2 0,18, а обмотка *4—5* — 76 *вит* того же провода.

69. Какие существуют практические способы подмагничивания магнитной ленты кроме высокочастотного?

В некоторых конструкциях простых магнитофонов и диктофонов, где не ставится задача получения высококачественной записи, а также с целью экономии источников питания, уменьшения габаритов и удешевления его стоимости применяют подмагничивание магнитной ленты при записи постоянным током. Лента, проходя мимо стирающей головки, питаемой постоянным током или имеющей постоянный магнит, намагничивается, а затем на нее производится запись универсальной (или записывающей) головкой. При этом к головке подводится ток звуковой частоты с усилителя и постоянный ток от источника питания, величина которого подбирается опытным путем с помощью потенциометра. Записи, сделанные с подмагничиванием постоянным током, при воспроизведении дают повышенный уровень шума, что снижает их качество.

70. Какие существуют практические способы стирания записи с магнитной ленты кроме высокочастотного?

Об одном способе стирания записи с магнитной ленты, точнее, размагничивания ее, упоминалось выше (во-

прос 8). В некоторых конструкциях магнитофонов стирание магнитной записи совершенно отсутствует, поэтому магнитная лента перед записью специально подготавливается, т. е. предварительно стирается с помощью размагничивающего электромагнита или магнитофона, где стирание имеется. Но существуют магнитофоны, где с целью удешевления и максимальной экономии потребляемой электроэнергии совершенно отсутствует высокочастотный генератор токов стирания и подмагничивания или имеется только маломощный высокочастотный генератор тока подмагничивания. В таком случае стирание записей с магнитной ленты осуществляется стирающей головкой, основа которой — сильный постоянный магнит *3* (рис. 32), расположенный между стальными гребенками *1* и *2*. Винты крепления должны быть обязательно антимагнитные — латунные или медные. Процесс стирания записей такой головкой почти аналогичен высокочастотному стиранию.

Иногда, также с целью экономии питания и упрощения конструкции магнитофона, применяют стирание записи с магнитной ленты постоянным током от общей питающей батареи, применяя в качестве стирающей обычную универсальную магнитную головку с большой индуктивностью (высокоомную). Ток стирания будет порядка 0,5—1,5 *ма* и подбирается он экспериментальным путем. Необходимо заметить, что при таком способе стирания магнитная лента приобретает повышенный уровень шума.

71. Как практически наладить и настроить высокочастотный генератор токов стирания и подмагничивания?

Для того чтобы наладить и настроить высокочастотный генератор токов стирания и подмагничивания, потребуются следующие приборы: 1. Авометр (типа ТТ-1, АВО-5М, Ц435 и т. п.); 2. Электронный вольтметр (ЛВ-9-2, Ф-431 и т. п.); 3. Электронный осциллограф (ЭО-5, ЭО-7, С1-4 и т. п.).

Кроме того, желательно иметь электронный частотомер, например типа ЧЗ-7.

На рис. 33 приведена схема высокочастотного генератора токов стирания и подмагничивания с указанием места подключения приборов. Резисторы R_1 и R_2 обычно в принципиальных схемах усилителей и генераторов

отсутствуют, поэтому перед тем, как приступить к налаживанию генератора, их следует впаять: между точками Б — В резистор R_1 в 1 *ом* (его можно сделать

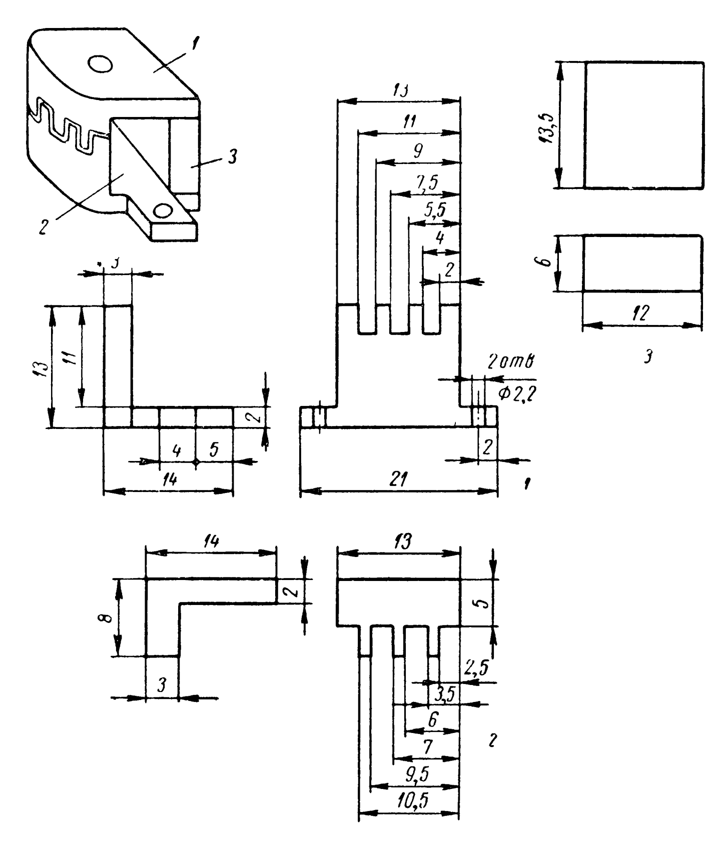


Рис. 32. Стирающая головка с постоянным магнитом.

из медной проволоки), а между точками Г — Д резистор R_2 в 10 *ом* (типа УЛМ, УЛИ и т. п.). К точкам Б и В подключают электронный вольтметр и осциллограф, а к точкам Е и Ж авометр со шкалой до 100 *ма*.

Если высокочастотный генератор работает, то на экране осциллографа должно быть изображение генерируемых колебаний синусоидальной формы, а на шкале элек-

тронного вольтметра — напряжение в 40—100 *мв*. Генератор при этом должен потреблять ток порядка 40—50 *ма*. Если же на шкале авометра ток будет очень мал, то это значит, что генератор не генерирует.

Причины могут быть следующие: перепутаны концы обмоток катушки генератора, накоротко замкнуты витки в стирающей головке, ошибки в монтаже, некачественные транзисторы (или лампы) и т. п. Частоту генерированных колебаний можно определить по осциллографу

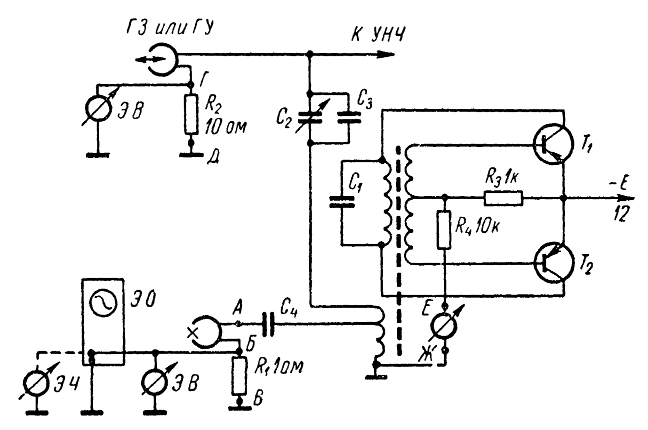


Рис. 33. Схема подключения аппаратуры для налаживания высокочастотного генератора.

или подключив электронный частотомер ЭЧ. Регулировку частоты можно осуществлять ферритовым (или карбонильным) сердечником контура генератора и изменением величины конденсатора контура C_1.

72. Как контролируется уровень записи в магнитофоне и какие требования предъявляются к индикаторам уровня записи?

Во время записи звука необходимо следить за тем, чтобы уровень, определяющий степень намагниченности ленты, был необходимой величины для данного типа магнитной ленты. При воспроизведении записей, сделанных с низким уровнем, требуется значительное повышение усиления, что в свою очередь вызывает и увеличение прослушиваемых шумов. Записи же, сделанные

с чрезмерно высоким уровнем, дают большой процент нелинейных искажений.

Для определения требуемого уровня записи в магнитофонах применяют специальный индикатор, схема которого не должна вносить искажения и снижать записываемый сигнал, но должна обладать соответствующей чувствительностью и реагировать на быстрые изменения

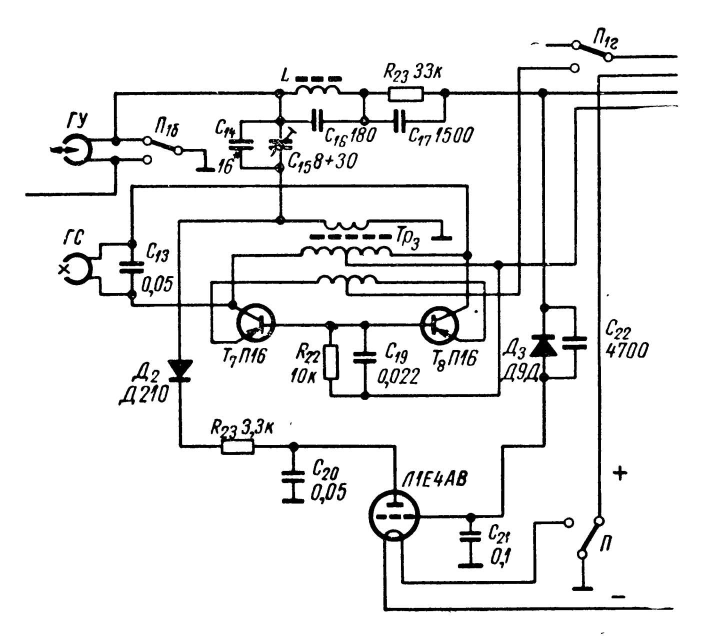


Рис. 34. Схема индикатора уровня записи с лампой 1Е4АВ.

уровня записи. В портативных магнитофонах, кроме того, желательно, чтобы индикатор потреблял на себя минимальное количество энергии по питанию, занимал возможно меньше места и обеспечивал бы точное показание при транспортировке (на ходу).

73. Какие имеются практические схемы индикаторов уровня записи?

В портативных магнитофонах можно применить схему индикатора уровня записи с электроннооптическим указателем типа 1Е4АВ (рис. 34), экран которого имеет

форму треугольного клина при максимальном сигнале. На анод индикатора напряжение в 100 *в* подается от обмотки высокочастотного генератора, выпрямленное диодом Д 210. Накал питается от одного элемента батареи питания магнитофона. Включение переключателя П осуществляется нажатием клавиши магнитофона «запись» или поворотом рукоятки его в положение «запись».

В большинстве портативных магнитофонов применяют схемы индикаторов уровня записи со стрелочными приборами (см. рис. 35, *а*). Усилитель собран на транзисторе

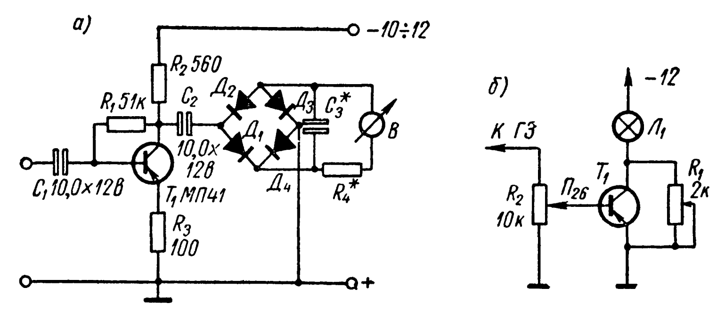


Рис. 35. Схема индикатора уровня записи: *а* — со стрелочным прибором; *б* — с миниатюрной осветительной лампой.

МП41, переменное напряжение с коллектора поступает на мост $Д_1$ — $Д_4$, в диагональ которого включен измерительный прибор. Недостатком этой схемы, с точки зрения радиолюбителя, является наличие миниатюрного стрелочного прибора с хорошей балансировкой и чувствительностью порядка 300 *мка* на всю шкалу.

Любителям можно рекомендовать более простой индикатор уровня записи с лампочкой от карманного фонаря (рис. 35, *б*). Схема состоит из транзистора $Т_1$, лампочки $Л_1$ на 2,5 *в*, 0,075 *а* и двух потенциометров типа СПО-0,5. Контроль уровня записи осуществляется по яркости зажигания лампочки $Л_1$ в зависимости от величины переменного напряжения, поступающего на базу транзистора $Т_1$. Регулировка сводится к следующему. Движки потенциометров R_1 и R_2 ставятся в нижнее по схеме положение. На коллектор транзистора $Т_1$ подают напряжение через переключатель П,

а движок потенциометра R_1 медленно поворачивают до тех пор, пока нить лампочки слегка загорится темно-красным цветом. Потенциометром R_2 подгоняется яркость вспышки лампочки при максимальном токе записи в магнитной головке.

§ 7. ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ МАГНИТОФОНОВ

74. Какие источники постоянного тока применимы в транзисторных магнитофонах?

Переносные транзисторные магнитофоны могут иметь внутренние и внешние источники питания. При конструировании стараются предусматривать возможность пользоваться как теми, так и другими видами источников. В качестве внутренних обычно используют батареи из сухих гальванических элементов и аккумуляторов, а внешних — выпрямители (желательно стабилизированные), питающиеся от сети переменного тока, и аккумуляторы соответствующего напряжения и большой емкости (например, автомобильные). Внутренние источники постоянного тока должны размещаться в футляре магнитофона в специальных отсеках-контейнерах, отделяющих их от электрической и механической части магнитофона. При конструировании магнитофона необходимо ориентироваться на такие источники постоянного тока, которые не выделяют вредных газов и жидкостей. Для нормальной работы батареи питания ее потребляемый ток не должен превышать 0,1 номинальной емкости. Следовательно, для того чтобы определить, какой емкости должна быть батарея питания, необходимо знать номинальный общий потребляемый ток магнитофона, учитывая также при этом вес и габариты батарей. Иногда целесообразно разделить источники питания: одни — обеспечивающие питание электродвигателей, а другие — электронную часть магнитофона.

Наибольшее распространение имеют батареи, состоящие из гальванических элементов 373 типа «Марс» или «Сатурн» напряжением 1,55 *в* и емкостью 3,2 *а·ч*, а также элементы 343 напряжением 1,55 *в* и емкостью 0,8 *а·ч*. Могут применяться батареи типа КБС-Л-0,5 напряжением 3,7 *в* и емкостью 0,5 *а·ч*. Аккумуляторы могут быть применимы только герметичные кадмиево-никелевые или

серебряно-цинковые, емкость которых подбирается так же, как и у батарей из гальванических элементов.

75. Какие существуют схемы выпрямителей для питания транзисторных магнитофонов от сети переменного тока?

В местах, где имеется сеть переменного тока, целесообразно использовать ее для питания магнитофона через выпрямитель.

На рис. 36 изображена схема двухполупериодного выпрямителя с электронным стабилизатором, в котором используется транзистор П-201 и стабилитрон Д-813.

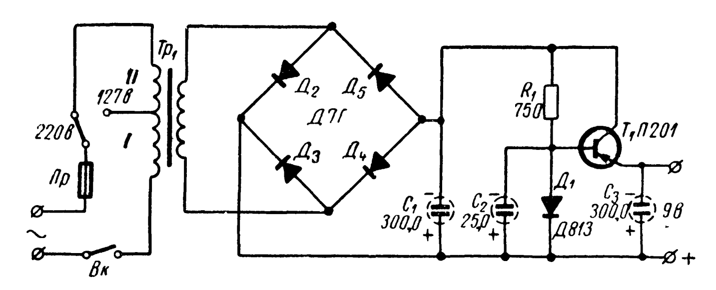


Рис. 36. Схема выпрямителя для транзисторных магнитофонов.

Стабилизирующее действие такой схемы основано на том, что сопротивление участка эмиттер — коллектор транзистора постоянному току во много раз меньше, чем переменному. Следовательно, при неизменном смещении на базе транзистора, которое поддерживается стабилитроном Д-813, величина тока в цепи коллектора не изменяется при изменениях напряжения между коллектором и эмиттером. Выходное напряжение выпрямителя устанавливается резистором R_1. Величину конденсатора C_1 брать меньшей, чем обозначено в схеме, не рекомендуется, так как снизится действие стабилизатора в целом.

76. Какие существуют способы защиты транзисторных магнитофонов от включения источников питания обратной полярности?

При подключении источников питания и установки батарей в магнитофон возможные ошибки в полярности для транзисторных схем могут повлечь за собой выход их из строя. Поэтому рекомендуется предусмотреть

в магнитофоне защитные и блокирующие устройства. Подключение напряжения от выпрямителя к магнитофону не рекомендуется делать посредством клемм или двухполосными вилками, а лучше через специальные разъемы. Гальванические элементы или аккумуляторы следует размещать в специальных контейнерах внутри магнитофона, соединяя их между собой в батареи специальными шинами, расположенными на крышках контейнеров. Защитить схему магнитофона от случайно перепутанной полярности источников питания можно с помощью диода, который должен обеспечивать пропускание тока, соответствующего максимальному потреблению. При неправильном включении источников питания ток через диод не пройдет и магнитофон не будет работать. Когда нет возможности подобрать соответствующий диод, можно соединить два — три диода в параллель (рис. 37) так, чтобы их общий ток в прямом направлении соответствовал максимальному потребляемому току магнитофоном.

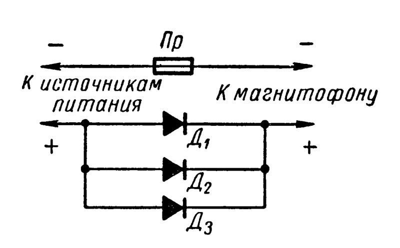


Рис. 37. Схема защиты магнитофона от неправильного включения источников питания.

77. Можно ли использовать статор и обмотки асинхронного электродвигателя в качестве питающего трансформатора?

В сетевых магнитофонах, где в лентопротяжных механизмах используется асинхронный электродвигатель, у которого сетевая обмотка размещена на одной катушке (например, ДАП-1) или на двух (например, ДАГ-1 квадратный), его статор и сетевую обмотку, помимо своих прямых функций, можно использовать еще и как сердечник с первичной обмоткой трансформатора питания. Для этого на катушки электродвигателя поверх всех обмоток, отделив их прокладкой из лакоткани, наматывают обмотку на требуемое питающее напряжение, нагрузив ее на соответствующий выпрямитель. В том случае, когда для питания усилителя требуется высокое напряжение, например 250—300 *в*, доматывают обмотку во столько витков, чтобы, соединив ее последовательно,

получить требуемое анодное напряжение. В этом варианте статор и обмотки будут выполнять также и роль автотрансформатора.

Расчет требуемого количества витков для дополнительных обмоток производится следующим образом. Из паспортных данных электродвигателя узнаем количество витков сетевой обмотки на 220 *в* и делим его на 220, т. е. определяем количество витков, необходимое на 1 *в*. Потом множим это количество витков на величину требуемого питающего или дополнительного напряжения.

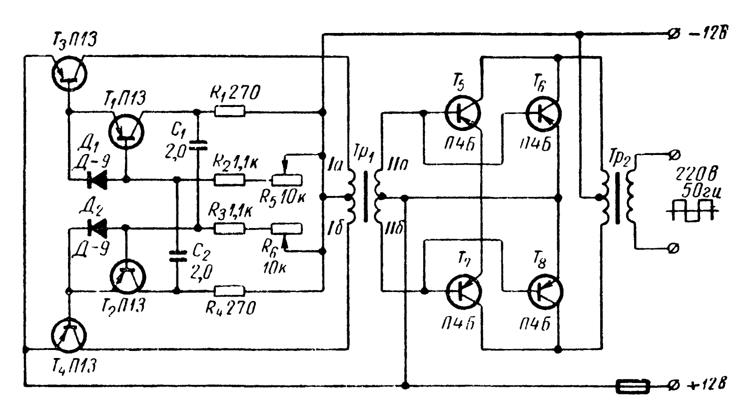


Рис. 38. Схема преобразователя для питания магнитофона.

Например, сетевая обмотка электродвигателя ДАП-1 на 220 *в* имеет 4000 *вит* ПЭЛ 0,18 *мм*. Следовательно, на 1 *в* приходится примерно 18 *вит*, а для питания транзисторного усилителя магнитофона требуется 12—14 *в*. Таким образом, дополнительная обмотка должна иметь 250 *вит*. Диаметр провода определяется в зависимости от максимально потребляемого усилителем тока по графикам и таблицам, применяемым при расчете силовых трансформаторов. Использовать этот способ питания для больших нагрузок не рекомендуется, так как происходит сильный нагрев электродвигателя.

78. Возможно ли питание магнитофонов через преобразователь?

В местах, где отсутствует сеть переменного тока, но имеются сравнительно мощные источники постоянного

тока, например в автомобиле, автобусе и т. п., можно пользоваться сетевыми магнитофонами, питаемыми через электронные преобразователи. На выходе преобразователя должно быть переменное напряжение требуемой величины со стабильной частотой 50 *гц*. Он должен иметь достаточный запас мощности, обеспечивающий нормальную работу магнитофона во всех режимах. Для этой цели подойдет электронный преобразователь, схема которого изображена на рис. 38. Подробное описание ее помещено в журнале «Радио», № 2, 1961, стр. 26.

§ 8. НАЛАЖИВАНИЕ МАГНИТОФОНОВ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ЗВУКОЗАПИСИ

79. Как лучше располагать детали и узлы при изготовлении любительского магнитофона?

Расположение узлов конструируемого магнитофона предопределяет требуемые габариты и предполагаемое оформление внешнего вида. В магнитофонах, имеющих консольное или настольное оформление, расположение узлов и отдельных блоков не вызывает больших затруднений. Лентопротяжный механизм можно разместить на прямоугольной стальной плате толщиной 4—5 *мм* или дюралевой 6—8 *мм*, которая достаточно прочна, чтобы не деформироваться под тяжестью электродвигателей и других узлов. Можно также применить каркасную конструкцию из дюралевого уголка, расположив детали и узлы на отдельных панелях в два яруса. Красивый внешний вид верхней части магнитофона придаст тонкая декоративная панель с хорошей отделкой. Усилители лучше располагать не слишком далеко от магнитных головок, избегая близости возможных источников наводок и фона. Особое внимание необходимо сосредоточить на электрическом соединении между узлами и блоками. Лучше всего это осуществлять с помощью специальных разъемов или монтажных колодок с лепестками и пайкой к ним соответствующих проводов. Хорошая экранировка обеспечит высокое качество и широкий динамический диапазон воспроизведения.

Что касается расположения деталей и узлов в магнитофонах переносного типа, то при конструировании их надо предусмотреть предельное уменьшение веса и распределение его так, чтобы центр тяжести совмещался

с геометрическим центром футляра магнитофона. Детали лентопротяжного механизма должны быть предельно облегчены и расположены на панелях, кронштейнах и стойках, укрепленных на легком каркасе.

Панели изготавливаются из листового дюраля толщиной 1,5—2 *мм*; для прочности панелей делают по краям «ребра жесткости». Электрические узлы и блоки лучше всего монтировать на отдельных платах (предварительный, оконечный усилители, высокочастотный генератор и т. п.). Компоновка узла на плате и шасси выбранных размеров выполняется согласно принципиальной электрической схеме и в соответствии с требованиями по исключению вредного взаимовлияния, ведущего к самовозбуждению. Существенное значение имеет расположение сетевого блока питания, силовой трансформатор которого является источником наводок на входные цепи. Его следует поместить возможно дальше от магнитных головок и так, чтобы максимальное насыщение магнитно-силовых линий было направлено в сторону от головок. То же самое относится и к электродвигателям переменного и постоянного тока.

Детали магнитофона, используемые для регулировки и настройки, должны располагаться так, чтобы не затруднять эти операции. От размещения органов управления во многом зависит простота и удобство эксплуатации магнитофона.

80. Какие способы монтажа лучше при изготовлении любительского магнитофона?

Наибольшее распространение в последнее время имеют два способа монтажа, применяемые при изготовлении узлов и блоков магнитофонов: навесной и печатный.

Навесным называется такой монтаж, когда отдельные радиотехнические элементы соединяются монтажными одножильными или многожильными проводниками.

Печатным называется такой монтаж, когда отдельные радиотехнические элементы соединяются плоскими проводниками, выполненными из медной фольги, нанесенной на платы из изоляционного материала (гетинакс, стеклотекстолит).

Навесной монтаж предпочтителен при изготовлении звукозаписывающей аппаратуры, когда детали и узлы размещаются на шасси, в конструкциях с применением

электронных ламп и питающихся от сети переменного тока. Рекомендуется при этом мелкие детали крепить на монтажных планках из изоляционного материала с контактными элементами (стойками, лепестками, заклепками и т. п.), к которым припаиваются проволочные выводы радиодеталей и монтажные провода. В том случае, когда в одном направлении на значительное расстояние идут несколько проводов, их лучше связывать нитками в жгут, который крепится на шасси металлическими скобками с прокладками из лакоткани или тонкого картона.

Печатный монтаж среди радиолюбителей завоевал популярность, особенно при изготовлении аппаратуры с применением транзисторов и малогабаритных деталей. Конструкции получаются компактные и легкие. Поэтому в магнитофонах переносного типа печатный монтаж будет самым подходящим. Описание способов изготовления плат с печатным монтажом имеется в литературе * и неоднократно помещалось в журнале «Радио». На платах с печатным монтажом не следует крепить крупногабаритные и тяжелые детали, а также припаивать одним концом конденсаторы и резисторы к выводам потенциометров, трансформаторов, переключателей и т. п. При транспортировке аппарата эти детали могут вибрировать и отламываться.

81. Акустика в любительском магнитофоне.

Заключительным этапом работ по конструированию и изготовлению любительского магнитофона является выбор звуковоспроизводящего устройства. В подавляющем большинстве основой его являются электродинамические диффузорные громкоговорители, главным образом промышленного производства, выбор которых сейчас довольно обширен.

Полоса воспроизводимых громкоговорителем звуковых частот должна быть шире или, во всяком случае, не у́же полосы частот, которую должен пропустить усилитель магнитофона. Если такого громкоговорителя нет, можно применить несколько громкоговорителей разных типов с расчетом, чтобы суммарный диапазон частот, воспроизводимый ими, соответствовал полосе частот усилителя, а суммарная мощность их была бы несколько

---

* Хрестоматия радиолюбителя. «Энергия», 1966, стр. 252.

выше его номинальной выходной мощности. Правильное применение и эффективное использование громкоговорителей во многом зависит от акустического оформления, в котором они должны работать. Оно способствует улучшению воспроизведения низших частот, повышению равномерности частотной характеристики и созданию определенной характеристики направленности излучения. В обычных магнитофонах выход универсального или воспроизводящего усилителя нагружается в режиме воспроизведения на один или группу громкоговорителей, которые размещаются в его футляре. В переносных, а тем более в портативных конструкциях специальное акустическое оформление громкоговорителей обычно не делается, так как вследствие малых габаритов этих аппаратов и их громкоговорителей низшая воспроизводимая частота сигнала бывает не менее 300 *гц*.

Поэтому те любители, которые ставят своей целью получение высокого качества воспроизведения звукозаписи, применяют специальные выносные акустические системы с несколькими громкоговорителями, разбитыми на группы. Разделение полосы воспроизводимых частот между этими группами обычно осуществляется на выходе усилителя низкой частоты полосовыми фильтрами, а иногда при помощи отдельных усилительных каналов по низкой и высокой частоте. Громкоговорители в обоих каналах должны быть однотипны по конструкции и различны по резонансным частотам и частотному диапазону.

В качестве низкочастотных громкоговорителей для больших акустических систем можно рекомендовать следующие типы: 6ГД-1-РРЗ (от приемника «Рига-10»), 6ГД-1, 5ГД-14 и 4ГД-28, а высокочастотных — ВГД-1, 1ГД-9, 1ГД-19, 1ГД-28 и 1ГД-1-ВЭФ.

Что касается футляра, его формы, размера и отделки, это подробно изложено в книге Г. С. Гендина «Высококачественные любительские усилители низкой частоты» («Энергия», 1968, стр. 39).

В переносных магнитофонах применяют громкоговорители типа 1ГД-19, 1ГД-28, 0,5ГД-12 и т. п. в зависимости от отведенного для него места. Расширить возможности использования переносного портативного магнитофона и получить от него лучшее качество воспроизведения можно путем подключения его выхода к более мощному усилителю с соответствующей акустической

системой. Для этого необходимо предусмотреть в магнитофоне выход с предварительного усилителя, а не после оконечного каскада.

82. Как внешне оформить магнитофон?

Красота и удобство — вот девиз, которым следует руководствоваться, оформляя магнитофон. Это во многом зависит от художественного вкуса и кругозора конструктора, умения совместить красивые формы и хорошую акустику воспроизведения.

Существует три варианта оформления внешнего вида магнитофонов: консольные, настольные и переносные.

Консольное оформление применяется в основном в тех магнитофонах, где стремятся получить высококачественное воспроизведение звука при гармоническом сочетании с окружающей обстановкой (меблировкой помещения). Габариты магнитофона при таком оформлении обычно определяются акустической системой воспроизводящего агрегата, а лентопротяжный механизм и усилительная аппаратура, входящие в комплект, не намного увеличивают общие размеры. Материалы, которые могут быть использованы для оформления: фанеровка ценными породами дерева, декоративные ткани, полированные полоски и угольники из дюраля и т. п.

Развитие оформления магнитофонов в таком плане можно распространить на некоторые предметы или секции меблировки комнаты (полки, тумбочки, серванты и т. п.). Объединив магнитофон с другими радиотехническими аппаратами (приемниками, электропроигрывателями и т. п.), можно создать в эксплуатации их максимум удобств.

Настольные магнитофоны имеют сходство с распространенным оформлением радиовещательных приемников. Качество звука при таком варианте оформления можно получить хорошее, а размещение его легко согласуется с обстановкой комнаты. Некоторые любители в настольных вариантах совмещают магнитофоны с приемниками и электропроигрывателями, следуя примеру промышленных образцов магнитол «Романтика», «Миния-3» и т. п. Самое распространенное оформление магнитофонов — переносные, чемоданного типа, футляры которых имеют различные формы и размеры. Материалом для изготовления футляров является фанера, прессованный картон, пластмассы, дюраль и т. д. В качестве отделки исполь-

зуются декоративные металлические сетки, пластмассовые решетки, синтетические пленки и кожзаменители, а иногда окраска нитроэмалиевыми или синтетическими красками с хорошей полировкой. Замки, петли, гнезда и разъемы размещают так, чтобы при переноске они не задевали одежду и не открывались при толчках. Форма ручки должна быть удобна для руки, а размещение ее не должно портить внешний вид магнитофона.

83. Какая необходима аппаратура для налаживания, регулировки и испытания магнитофона?

Для налаживания, регулировки и испытания магнитофонов необходима следующая аппаратура:

1. Авометр — комбинированный многопредельный прибор для измерения сопротивлений, переменного и постоянного напряжения и тока. С его помощью проверяются и подгоняются режимы электрических и радиотехнических цепей и узлов, а также отыскиваются неисправности и изменения величин и параметров. Для этих целей подходят и удобны в работе следующие типы авометров: АВО-5М1, Ц435, ТТ-1, Ц4325.

2. Электронный вольтметр (ламповый или транзисторный) для измерения переменных напряжений с частотами от 20 до 200 000 *гц*, желательно многопредельный и с большим входным сопротивлением. Им будут производиться все основные измерения на входе и выходе усилительного тракта, на отдельных его каскадах, падение напряжения на резисторах, включенных в цепи магнитных головок, в генераторе стирания и подмагничивания, при настройке в резонанс фильтров и т. п. Рекомендуются для этих целей следующие типы электронных вольтметров: В3-2А, ЛВ9-2, Ф431.

3. Генератор звуковой частоты (ламповый или транзисторный), дающий синусоидальное напряжение в диапазоне частот от 20 до 20 000 *гц* (можно и выше), с изменением частоты плавно без переключений или поддиапазонно и плавно. Регулировка амплитуды напряжения желательна тоже плавная и контрольным прибором на выходе. Можно использовать генераторы следующих типов: ЗГ-10, Г3-33, Г3-35, Г3-36.

4. Электронный осциллограф, на экране электронно-лучевой трубки которого можно визуально наблюдать форму и величину входного и выходного напряжения

на всем диапазоне частот усилительного тракта и высокочастотного генератора. Подходящими для этих целей будут осциллографы: ЭО-4, ЭО-5, С1-4, С1-19.

5. Измеритель нелинейных искажений — прибор для измерения коэффициента гармоник в сквозном канале магнитофона и в усилительном тракте. Для этих целей можно использовать приборы типа ИНИ-11.

В процессе налаживания и настройки электронной части магнитофонов может возникнуть необходимость в следующих приборах: 1. Прибор для проверки транзисторов типа Л2-1; 2. Испытатель ламп типа ИЛ-14; 3. Универсальный мост для измерения *L* и *C* типа УМ-2 или Е12-1А; 4. Частотомер типа Ч3-7.

Для проверки и регулировки лентопротяжного механизма магнитофона желательно воспользоваться следующими приборами:

1. Динамометр — прибор для определения механических усилий и давления. Он необходим при измерении давления прижимного ролика, натяжения ленты, торможения и т. п.

2. Секундомер — необходим для измерения скорости движения и перемотки магнитной ленты, определения времени записи на катушках разных размеров и т. п.

3. Детонометр — прибор для измерения коэффициента детонации магнитофона. Он используется при воспроизведении на испытуемом магнитофоне измерительной ленты части «Д» с записью частоты 3150 *гц*.

Рекомендуется, прежде чем приступить к работе со всеми вышеперечисленными приборами, хорошо ознакомиться с заводскими инструкциями о пользовании ими.

84. Что такое контрольно-измерительные магнитофильмы (тест-фильмы)?

Кроме комплекта контрольно-измерительной аппаратуры для настройки и регулировки магнитсфона желательно иметь комплект контрольно-измерительных лент типа ЛИР (тест-фильмы).

Контрольно-измерительная лента производства Государственного Дома радиовещания и звукозаписи типа ЛИР-1 имеет три части «У», «Ч» и «Д» и предназначена для проверки монофонических магнитофонов с шириной дорожки записи 6,25 *мм* при скорости движения ленты 76,2; 38,1; 19,05 и 9,53 *см/сек.* Каждая часть имеет начальный цветной ракорд, соответствующий скорости

продвижения ленты (см вопрос 6), с надписью наименования измерительной ленты, например ЛИР1-9«Ч», а к концу ее подклеен ракорд красного цвета. Начинается контрольно-измерительная лента дикторским текстом, объясняющим назначение ленты, и объявлением наименования частот.

Часть «У» предназначена для проверки усилия канала воспроизведения и установки уровня записи. Сигнал записан с частотой 400 *гц* $\pm$ 3%. Эффективное значение остаточного магнитного потока равно $256 \cdot 10^{-6}$ *вб* на 1 *мм* ширины дорожки записи, что соответствует максимальному уровню записи (в практике называют 100%). Длительность звучания ее не менее 5 *мин*.

Часть «Ч» предназначена для проверки частотной характеристики канала воспроизведения и установки положения рабочих зазоров магнитных головок магнитофонов. Эффективное значение остаточного магнитного потока на частоте 400 *гц* соответствует $25{,}6 \cdot 10^{-7}$ *вб* на 1 *мм* ширины дорожки записи (т. е. на 20 *дб* ниже, чем в части «У»). Эта часть содержит запись следующих частот: при скорости 19,05 *см/сек* (ЛИР-1-19 «Ч») 400 *гц*, 10 *кгц*, 400 *гц*, 31,5 *гц*, 40 *гц*, 63 *гц*, 80 *гц*, 125 *гц*, 250 *гц*, 500 *гц*, 1 *кгц*, 2 *кгц*, 4 *кгц*, 6,3 *кгц*, 8 *кгц*, 10 *кгц*, 12,5 *кгц*, постоянная времени равна 70 *мксек*; при скорости 9,58 *см/сек* (ЛИР-1-9 «Ч») 400 *гц*, 6,3 *кгц*, 400 *гц*, 31,5 *гц*, 40 *гц*, 63 *гц*, 80 *гц*, 125 *гц*, 250 *гц*, 500 *гц*, 1 *кгц*, 2 *кгц*, 4 *кгц*, 6,3 *кгц*, 8 *кгц*, 10 *кгц*, ее постоянная времени равна 140 *мксек*. Допустимое отклонение по частоте $\pm$ 3% + + 1 *гц*. Длительность записи отдельных частот: первая 20 *сек*, вторая 30 *сек*, остальные по 15 *сек*. Угол между магнитным штрихом и направлением движения ленты $90^\circ \pm 2'$.

Часть «Д» предназначена для измерения коэффициента детонации. Она содержит запись сигнала с частотой 3150 *гц* $\pm$ 3%. Длительность записи не менее 10 *мин*. Изменение длины волны записи не более 0,15% для ЛИР-1-19«Д» и 0,2% для ЛИР-1-9«Д».

Измерительные ленты должны храниться в соответствии с правилами хранения магнитных лент (вопрос 7).

Для магнитофонов, имеющих скорость движения магнитных лент 4,76 *см/сек*, измерительных лент не изготовляют, поэтому настройку и регулировку таких магнитофонов можно производить по измерительным лентам

для скорости 9,53 *см/сек*, при этом все значения частот уменьшаются вдвое.

85. Как наладить и настроить магнитофон в любительских условиях?

Налаживание и настройку самодельного магнитофона следует начинать с лентопротяжного механизма: 1. Проверить и отрегулировать все узлы и блоки согласно описанию и кинематической схеме; 2. Проверить авометром потребляемый ток электродвигателей. Регулировкой лентопротяжного механизма добиться возможно меньшего потребления электроэнергии; 3. Проверить и отрегулировать скорость продвижения магнитной ленты (вопрос 28); 4. Проверить и отрегулировать натяжение магнитной ленты (вопрос 29); 5. Проверить точность установки магнитных головок.

Что касается проведения измерений коэффициента детонации в любительских условиях, то это связано с большими трудностями, так как необходим специальный прибор — детонометр и часть «Д» измерительной ленты ЛИР-9«Д». Объективную оценку детонации (особенно «плавание звука») можно сделать на слух, прослушивая фонограммы медленных музыкальных произведений в исполнении на рояле.

Налаживание и настройка электрической части магнитофона в основном сводится к проверке и измерению параметров ее. Если электрические блоки и узлы магнитофона смонтированы из качественных и предварительно проверенных деталей, данные которых соответствуют схеме и описанию, то он, как правило, начинает сразу работать.

Порядок проверки и настройки может быть следующим:

1. Проверить правильность монтажа.

2. Проверить и подогнать режимы всех блоков и узлов.

3. Проверить и наладить канал воспроизведения (рис. 39, *а*): а) блок питания (номинальное напряжение, стабилизация, уровень фона); б) оконечный усилитель (определить выходную мощность на частоте 1000 *гц*., снять частотную характеристику, определить коэффициент нелинейных искажений); в) предварительный усилитель (определить коэффициент усиления на частоте 1000 *гц*, снять частотную характеристику, проверить и отрегу-

лировать частотную коррекцию; г) весь канал в целом (определить динамический диапазон, снять частотную характеристику с помощью измерительной ленты ЛИР часть «Ч»).

При снятии частотных характеристик величина напряжения со звукового генератора подается такой, чтобы на выходе усилителя при номинальном сопротивлении

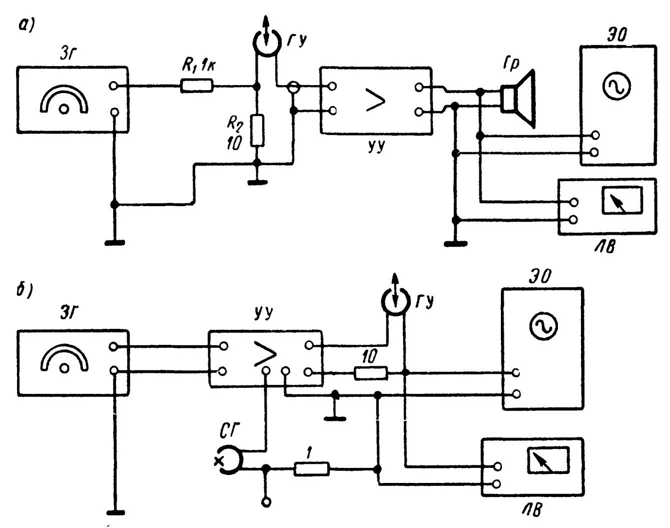


Рис. 39. Схема подключения аппаратуры для испытания и налаживания: *а* — канала воспроизведения; *б* — канала записи.

нагрузки напряжение было на 20 *дб* (в 10 раз) меньше номинальной расчетной величины.

4. Проверить и наладить высокочастотный генератор токов стирания и подмагничивания (см. вопрос 71).

5. Проверить и наладить канал записи (рис. 39, *б*): а) определить коэффициент усиления на частоте 1000 *гц*, снять частотную характеристику, проверить и отрегулировать частотную коррекцию (в усилителе и в цепи записывающей головки), определить коэффициент нелинейных искажений; б) подобрать ток подмагничивания (см. вопрос 49) и ток записи (согласно паспортным данным магнитных головок). Ток записи подбирается при

отключенной цепи подмагничивания, а ток подмагничивания (если это делается с приборами) при отсутствии записываемого сигнала; в) сделать несколько пробных записей; г) проверить стирание записей (сопоставляя показания прибора на выходе при воспроизведении новой ленты без записи и ленты после стирания).

6. Проверить и отрегулировать индикатор записи.

7. Проверить и отрегулировать сквозной канал запись — воспроизведение.

На вход канала записи со звукового генератора подается напряжение на 20 *дб* (в 10 раз) меньше номинального, а на выходе канала воспроизведения включается номинальное сопротивление нагрузки или громкоговоритель. При раздельных каналах снятие характеристики производится одновременно с записью, при универсальном усилителе — поочередно.

8. Проверить уровень шума канала запись — воспроизведение.

Сначала на магнитофоне воспроизводится часть «У» измерительной ленты и замеряется напряжение на нагрузке выхода усилителя воспроизведения; наблюдаемая на экране осциллографа форма выходного напряжения должна быть синусоидальной. После этого на новой чистой магнитной ленте производится запись «паузы» (без подачи сигнала). Выполненная запись воспроизводится, и тем же прибором на выходе канала воспроизведения измеряется напряжение шумов. Отношение напряжения шума к максимальному напряжению выхода, выраженное в децибелах, будет характеризовать уровень шумов сквозного канала.

86. Какие микрофоны рекомендуется применять для любительской звукозаписи?

Для получения хороших записей желательно применение динамических микрофонов, имеющих достаточно широкую полосу воспроизводимых частот и высокую чувствительность. Для любительской звукозаписи рекомендуются микрофоны следующих типов: МД-47, МД-64, а также малогабаритные репортажные МД-62 и МД-44. Существенное значение для хорошей работы микрофона имеет согласование его сопротивления с входным сопротивлением усилителя магнитофона. Микрофоны МД-47 и МД-64 имеют встроенный автотрансформатор, благодаря чему МД-47 обладает большей чувствительностью

и может быть подключен к усилителю с входным сопротивлением 0,1—0,5 *Мом* (для ламповых). Микрофон МД-64 без автотрансформатора может подключаться к нагрузке с сопротивлением в 250 *ом*, а с автотрансформатором, с полным коэффициентом трансформации, к нагрузке сопротивлением порядка 0,1—0,5 *Мом*. Имеющийся в автотрансформаторе отвод позволяет подключать микрофон к нагрузке 3—5 *ком*, в этом случае коэффициент трансформации равен трем. Переключение производится при перепайке внутренней жилы выходного кабеля с контакта *2* на контакт *1* на панельке, размещенной в донышке подставки. Примененная схема позволяет использовать микрофон МД-64 как с ламповым усилителем, имеющим высокоомный вход, так и с транзисторным (с отвода).

Репортажные микрофоны МД-62 и МД-44 предназначены для подключения к усилителям с входным сопротивлением порядка 250 *ом*. Они имеют пониженную чувствительность, особенно в области низших частот, что способствует лучшей разборчивости речи, особенно в гулких помещениях с повышенным уровнем шума.

87. Почему иногда при записи прослушивается радиопередача?

К входу усилителя записи (или универсального) микрофон подключается при помощи одножильного экранированного кабеля длиною в 1,5—2 *м*. Экранирующая оболочка кабеля обычно соединена с одним из выводов катушки микрофона и его корпусом, а другой конец этой же оболочки соединяется с шасси усилителя. Электромагнитные волны, излучаемые радиостанциями, особенно мощными и расположенными достаточно близко, наводят в оболочке микрофонного кабеля, как в антенне, э. д. с. высокой частоты порядка нескольких десятых милливольта.

Если эти высокочастотные модулированные колебания, поступающие на вход усилителя, каким-либо образом будут продетектированы, тогда на выходе усилителя они достигнут величины, соизмеримой с полезным сигналом, идущим с микрофона. Из-за высокого коэффициента усиления усилителей, применяемых в магнитофонах, опасен даже слабо проявляющийся эффект детектирования. Если рабочая точка лампы (или транзистора) первого каскада усилителя находится на участке харак-

теристики вблизи ее нижнего изгиба, при сильных входных сигналах помехи лампа (или транзистор) может проявлять детектирующие свойства. То же самое может произойти при плохом и окислившемся контакте на участке шасси у входа усилителя, в штеккере микрофона (или соединителе), в микрофонном кабеле, внутри микрофона, на участке сетки (или база транзистора) первого каскада.

Ликвидировать данные помехи можно путем тщательной проверки всех контактов, не допуская их окисления. Соединение микрофона с усилителем следует в этом случае осуществлять экранированным двухпроводным кабелем. Оба провода кабеля должны быть свиты между собой, а экранирующая оплетка должна иметь изоляционное покрытие (хлорвиниловую или резиновую изоляцию). Корпус микрофона соединяется с оплеткой кабеля, а заземляемый провод, идущий от катушки микрофона, соединяется с оплеткой кабеля только в одной точке — в штеккере. Можно совершенно ликвидировать эти помехи, если применить на входе усилителя трансформатор с заземленной средней точкой первичной обмотки, к которой подключается микрофон. Такая схема входа называется симметричной.

88. Какие звукосниматели и электропроигрыватели рекомендуется применять для перезаписи грампластинок?

Перезапись репертуара грампластинок на магнитную ленту широко практикуется среди любителей звукозаписи, но качество ее заставляет желать много лучшего. Причины этого следующие: плохое состояние переписываемых грампластинок, низкое качество аппаратуры, применяемой при перезаписи, и нарушение режимов самой записи. Некоторые записи, сделанные с грампластинок, сопровождаются свистящим призвуком, фоном и щелчками, а другие — низкочастотным рокотом, который отчетливо слышен, особенно в моменты пауз. Во избежание этого необходимо применять для перезаписи грампластинок высококачественный электропроигрыватель с тремя-четырьмя скоростями вращения грампластинок (78, 45, $33^1/_3$ и 16 *об/мин*) и с пьезоэлектрическим звукоснимателем.

Самый распространенный недостаток обычных электропроигрывателей — это неравномерность вращения диска, вызывающая «плавание» звука и являющаяся

следствием неточности изготовления элементов передачи вращения от двигателя к диску, а также следствием малой массы (веса) самого диска.

Вторым недостатком, наблюдаемым во время воспроизведения грампластинок (а также перезаписи), является сильный низкочастотный шум, вызываемый вибрацией, передаваемой от работающего двигателя, с одной стороны, через тонарм звукоснимателя на его иглу, а с другой — через плату на диск и на пластинку. Электропроигрыватель, в котором эти недостатки отсутствуют, описан в журнале «Радио», № 12, 1966, стр. 34.

Звукосниматели в современных электропроигрывателях, радиолах и радиограммофонах применяются пьезоэлектрические, поэтому включение их на вход магнитофона должно быть последовательно с высокоомным резистором на делитель входа (особенно в транзисторных схемах).

Применять для перезаписи грампластинок низкочастотную часть радиол и радиограммофонов можно, но не рекомендуется, так как качество записей может быть хуже вследствие искажений и ограничения частотного диапазона, вносимого низкочастотной частью радиолы и радиограммофона. Можно сделать переключение звукоснимателя с входа усилителя радиолы или радиограммофона на специальные гнезда входа для магнитофона.

89. Как производить запись с радиоприемника, телевизора и радиотрансляционной линии?

Источником пополнения личной фонотеки новинками музыкальных и литературных произведений, а также записями событий, имеющих историческое и познавательное значение, в подавляющем большинстве являются передачи радиовещания и телевидения. Из этого следует, что вход магнитофона должен быть рассчитан и подогнан для данных источников информации.

В настоящее время широко распространены радиоприемники на электронных лампах и на транзисторах, но не у всех из них имеется выход для подключения магнитофона. В некоторых приемниках имеется выход для подключения дополнительного громкоговорителя, который можно использовать для магнитофона. Но нужно иметь в виду, что на этом выходе возможно напряжение звуковой частоты до 30 *в*. Оно может вызвать перегрузку

усилителя магнитофона при записи, а следовательно, отразиться и на ее качестве. Поэтому необходимо предварительно подогнать величину входного сигнала регуляторами громкости приемника и магнитофона так, чтобы индикатор уровня записи не заходил за пределы нормы.

Существенное влияние на качество записи с радиоприемников имеет точность настройки на принимаемую радиостанцию. Помощь в этом отношении может оказать оптический (или стрелочный) индикатор настройки радиоприемника. Ручки регуляторов тембра приемника должны быть во время записи в среднем положении. Избавиться от индустриальных и бытовых помех помогает наружная антенна с экранированным вводом и хорошее заземление. Но не во всех радиоприемниках имеются выходы для магнитофона или дополнительного громкоговорителя. Тогда любитель может сделать его сам. Для этого провода, которые пойдут к входу магнитофона, следует подпаять к концам, идущим на регулятор громкости в радиоприемнике, укрепив на шасси или задней крышке приемника разъем или колодку с гнездами. При этом надо иметь в виду, что у большинства приемников на этом участке напряжение звуковой частоты будет порядка 0,5 *в*, а следовательно, вход магнитофона следует использовать тот, который предназначен для подключения звукоснимателя. Подводящие провода должны быть экранированы, а оболочка их присоединена к шасси магнитофона и радиоприемника.

Можно выход в радиоприемнике для магнитофона сделать с вторичной обмотки выходного трансформатора (или от концов звуковой катушки громкоговорителя). При этом качество записей будет хуже, вследствие искажений и ограничения частотного диапазона, вносимых низкочастотной частью радиоприемника (особенно в транзисторных). Не рекомендуется делать записи с радиоприемника через микрофон: качество их будет очень посредственное. В процессе записи с радиоприемника передачи некоторых станций могут сопровождаться свистом. Причина этого — высокочастотный генератор стирания и подмагничивания магнитофона. Его излучения принимаются радиоприемником, и на определенных частотах в результате смешения частот гетеродина радиоприемника и высокочастотного генератора магнитофона происходят так называемые «биения», т. е. появление слы-

шимой частоты. Поэтому необходимо катушку генератора стирания и подмагничивания магнитофона (а лучше весь генератор) и провода, идущие к магнитным головкам, хорошо экранировать.

Запись звукового сопровождения телевизионных передач ничем не отличается от записи с радиоприемника. В последних выпусках телевизоров имеются выходы для магнитофона или для подключения наушников, которые можно использовать при записи на магнитофон. Если же их нет, то любитель может сделать сам.

Записи передач с радиотрансляционной линии могут быть очень высокого качества, для этого необходимо, чтобы вход магнитофона был подогнан под напряжение звуковой частоты, поступающее с радиотрансляционной линии (оно может быть 30 *в* и более). В громкоговорителях трехпрограммного вещания имеется выход для подключения магнитофона.

90. Как производить перезапись с одной магнитной ленты на другую?

Для того чтобы сделать перезапись репертуара с одной магнитной ленты на другую, необходимо иметь два магнитофона с требуемыми скоростями продвижения магнитной ленты.

Для получения высокого качества перезаписи лучше всего в воспроизводящем магнитофоне выход брать с предварительного усилителя (линейный выход), а на записывающем — вход, предназначенный для «радио».

Делать записи с оригиналов, представляющих собой многократную перезапись, нет смысла, так как качество будет низкое.

Иногда при тиражировании перезаписей, в целях ускорения технологического процесса, воспроизведение и запись делают с удвоенной скоростью, но для этого требуется предварительная проверка записываемого уровня и частотного диапазона.

91. Применение системы АРУ в магнитофонах и диктофонах.

При проведении записи на магнитную ленту очень важно, чтобы уровень записываемого сигнала не превышал допустимой нормы. Поэтому в процессе записи уровень записываемого сигнала контролируется специальным индикатором и корректируется регулятором усиления. Но иногда по условиям эксплуатации

магнитофона, а особенно диктофонов, невозможно контролировать и регулировать уровень записи, тогда эти функции осуществляются с помощью специальных схем АРУ — автоматической регулировки усиления.

Существует несколько схем АРУ, работа которых основана на управлении с помощью выходного сигнала усилителя записи. В промышленном диктофоне «Нида» (схема на рис. 40, *а* приведена частично) АРУ осуществляется с помощью стабилитрона (Д808), включенного в цепь делителя напряжения на входе второго каскада предварительного усилителя. Он выполняет роль переменного резистора, управляемого выпрямленным выходным напряжением, подведенным к нему.

В диктофоне фирмы «Филипс» (рис. 40, *б*) АРУ осуществляется с помощью осветительной лампочки на выходе усилителя и фоторезистора в цепи обратной связи, включенного между коллекторами первых двух каскадов предварительного усилителя. При увеличении сигнала на выходе усилителя возрастает яркость свечения лампочки $Л_1$, свет которой падает на фоторезистор R_{11} и уменьшает его сопротивление. Это изменение сопротивления вызывает уменьшение усиления каскадов, что дает возможность поддерживать постоянный уровень записи. Журнал «Радио», № 4 за 1968 г. дает подробное описание этой схемы АРУ.

92. Какие существуют схемы микшерных устройств?

Магнитофоны, выпускаемые нашей промышленностью, не имеют регуляторов усиления для различных входов, но во многих случаях в процессе записи на магнитную ленту требуется смешивание и регулирование сигналов, поступающих от нескольких и различных источников. Осуществлять эти операции можно с помощью прибора, который называется микшер. На рис. 41, *а* приведена схема простого микшера, имеющего четыре регулируемых входа. Первый и второй входы предназначены для подключения динамических микрофонов M_1 и M_2, третий вход служит для подключения звукоснимателя ЗВ и четвертый — для подключения выхода с другого магнитофона или радиотрансляционной линии *Л*. Переключатель П ставят в положение *2*, если напряжение на входе слишком велико. Выход микшера подключается к магнитофону экранированным проводом длиною примерно 1 *м* к гнезду «микрофон». При работе с этим микшером

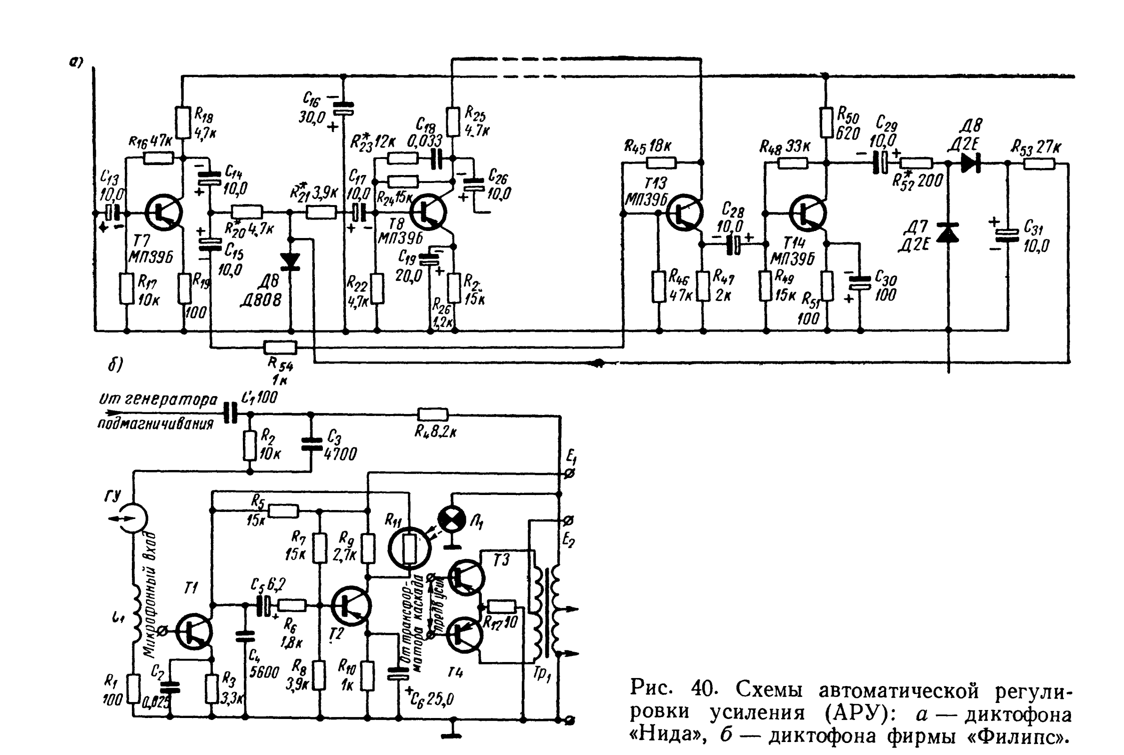


Рис. 40. Схемы автоматической регулировки усиления (АРУ): *а* — диктофона «Нида», *б* — диктофона фирмы «Филипс».

желательно применять микрофоны МД-47 и МД-64, автотрансформатор которого должен быть включен на высокоомную нагрузку.

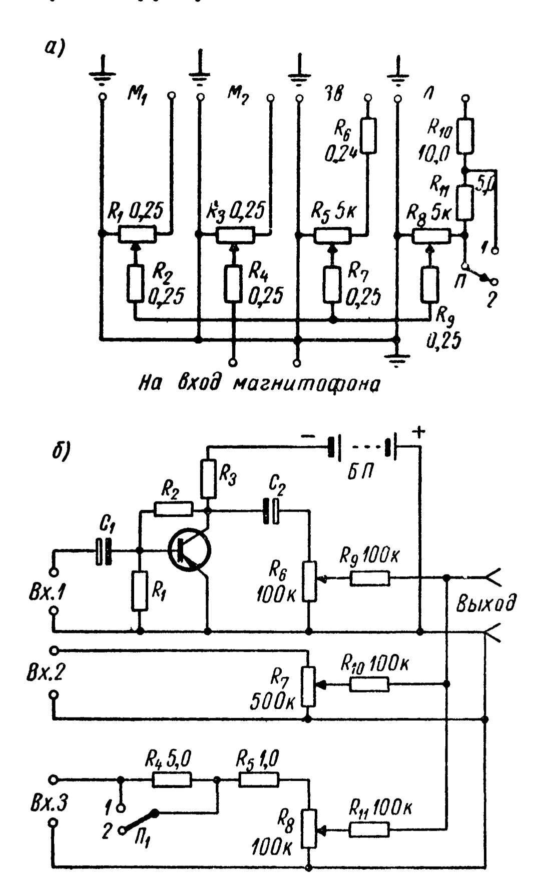


Рис. 41. Схемы микшеров: *а* — с четырьмя регулируемыми входами, *б* — с тремя регулируемыми входами.

На рис. 41, *б* приведена схема микшера с усилителем на транзисторе с автономным питанием. Он имеет три регулируемых входа: один для микрофона, желательно МД-64, с низкоомным выходом, второй для звукоснима-

теля и третий для радиотрансляционной линии или линейного выхода с другого магнитофона. Переключатель П становится в положение 2, если напряжение на $Вх_3$ слишком велико. Выход этого микшера, имеющего транзисторный или ламповый усилитель, подключается экранированным проводом длиною около 1 м к гнездам «звукосниматель» записывающего магнитофона.

Желательно микшеры монтировать в металлическом корпусе (во избежание наводок) в виде пульта, а ручки управления расположить на наклонной панели. Корпус микшера должен иметь соединение с экранной оболочкой провода.

93. Как производить комбинированные и трюковые записи?

Разрезая и склеивая отдельные участки магнитной ленты, а также применяя микшерное устройство, с помощью которого одновременно записываются на одну и ту же дорожку звуки от различных источников с регулировкой их уровней, можно создавать интересные и оригинальные звукозаписи.

Кроме микшеров, комбинированные звукозаписи можно делать с помощью так называемой «трюковой кнопки». Сущность таких записей заключается в том, что на одну предварительно сделанную нормальную запись, записывается вторая. Но для того чтобы первая запись не стиралась, стирающая магнитная головка от генератора отключается. Так можно записать на фоне музыки дикторский текст.

Практически это делается так. На магнитную ленту записывается музыка необходимой длительности, затем при ее воспроизведении отмечают на ленте те места, где будет дикторский текст, бумажными закладками или с помощью счетчика метража. При наложении вторичной записи на участке магнитной ленты, где требуется дикторский текст, магнитофон переключается в режим записи, а стирающая головка отключается (нажимается кнопка «трюк»). Записав через микрофон требуемой длительности дикторский текст, магнитофон переключают на воспроизведение.

Но можно стирающую магнитную головку от генератора не отключать, а в момент прохождения участка ленты, где должен записываться дикторский текст на фоне музыки, между стирающей головкой и магнитной

лентой ставится прокладочка из картона. При этом магнитная лента к записывающей магнитной головке должна хорошо прилегать и не менять своего направления.

Если в магнитофоне имеются две скорости продвижения магнитной ленты, то можно делать комбинации из записей на одной и другой скорости. Например: вопрос записывается на скорости 19,05 *см/сек*, а ответ на него записывается на той же ленте, но со скоростью 9,5 *см/сек*. При проигрывании смонтированной ленты со скоростью 19,05 *см/сек* ответы на вопросы будут воспроизводиться вдвое быстрее и на тон выше. Это будет что-то похожее на известный голос «Буратино».

94. Какие существуют способы озвучивания любительских кинофильмов с помощью магнитофона?

Чтобы дополнить изобразительную часть фильма звуковым сопровождением, кинолюбители в настоящее время применяют две системы: с совмещенной фонограммой и с раздельной фонограммой.

В первой из них используется оптическая или магнитная фонограмма, расположенная на кинопленке сбоку от изображения. Из-за отсутствия в продаже специальной кинопленки с магнитной дорожкой и доступной для любителей аппаратуры, а также наличия целого ряда недостатков, эта система не нашла пока широкого распространения.

В системе с раздельной фонограммой для записи звукового сопровождения фильма используют отдельный магнитофон. Синхронизация движения кинопленки в проекторе с движением ленты в магнитофоне осуществляется с помощью различных синхронизаторов.

Синхронизаторы по способу связи их с магнитофоном и проектором можно разделить на механические, электромеханические, электрические и электронные.

Наиболее перспективные и хорошо работающие — это электронные синхронизаторы. В них данные о скорости движения магнитной ленты вводятся частотой повторения синхронизирующих импульсов, предварительно записанных на второй дорожке магнитной ленты (на первой дорожке записывают звуковое сопровождение фильма). Такая своеобразная «магнитная перфорация» обеспечивает сохранение полной синхронизации на протяжении фильма любой длины. Более подробно ознако-

миться с этим вопросом можно в следующей литературе: Вовченко В. С. Аппаратура озвучивания фильма. «Искусство», 1966; Борисов Е. Г. и Самодуров Д. В. Аппаратура для озвучивания любительских фильмов. «Энергия», 1967.

95. Каковы преимущества и недостатки однодорожечной, двухдорожечной и четырехдорожечной звукозаписи на магнитной ленте?

Развитие техники магнитной звукозаписи и эксплуатационный опыт, накопленный в процессе работы с магнитофонами, дали возможность перейти от однодорожечной к двухдорожечной, а с течением времени и к четырехдорожечной системе записи звука на стандартной магнитной ленте.

Сущность двухдорожечной записи заключается в том, что на ленту по ее длине наносятся магнитными головками две отдельные, идущие параллельно друг другу магнитные звуковые дорожки — фонограммы. На рис. 42, *а* приведены размер и допуски на дорожки записи, воспроизведения и стирания при двухдорожечной записи.

Двухдорожечная система записи имеет ряд существенных преимуществ перед однодорожечной, а именно:

1. Лучшее использование магнитной ленты, т. е. возможность записать на ту же ленту шириной в 6,25 *мм* в два раза больше информации, чем при однодорожечной записи.

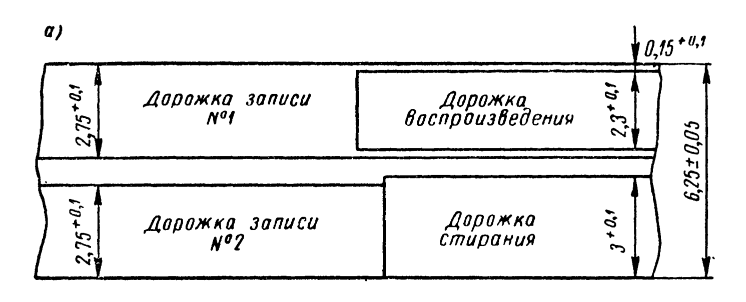
2. Возможность производить стереофоническую запись и воспроизведение звука.

3. Расширяет область использования аппаратуры магнитной звукозаписи: вторая дорожка может быть использована для синхронизации при озвучивании кинофильмов, в автоматическом управлении различными системами и т. п.

К основным недостаткам двухдорожечной системы звукозаписи относятся: 1. Снижение уровня отдачи фонограммы вследствие уменьшения ширины звуковой дорожки; 2. Отсутствие возможности производства монтажа звукозаписей на магнитной ленте.

В последнее время началось внедрение в технику магнитной звукозаписи четырехдорожечной системы записи звука. Она раскрывает еще большие возможности магнитофона, делает его эксплуатацию экономически

выгодной, а использование более разносторонним. Правда, ширина магнитной дорожки равна всего 1,1 *мм*, а следовательно, уровень отдачи еще меньше, чем при двухдорожечной записи, но это обычно компенсируется увеличением усиления усилителей магнитофона. Длительность стереофонических записей может быть также



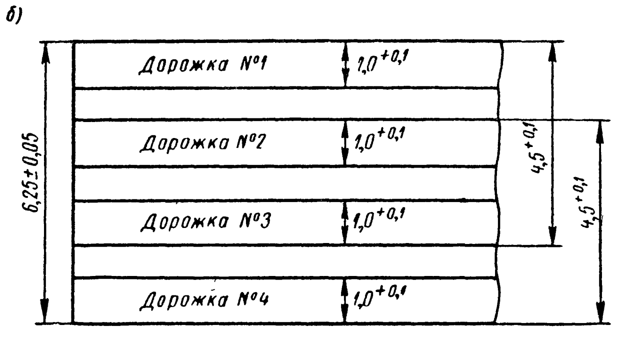


Рис. 42. Расположение звуковых дорожек на магнитной ленте и их размеры: *а* — двухдорожечной записи; *б* — четырехдорожечной записи.

увеличена вдвое по сравнению с двухдорожечной записью, а иногда для получения большего стерео-эффекта применяют до четырех каналов, т. е. используют сразу все четыре дорожки. На рис. 42, *б* изображено расположение дорожек при монофонической и стереофонической записи звука.

Существенный недостаток четырехдорожечной записи состоит в том, что ее невозможно воспроизвести на двухдорожечном магнитофоне, но двухдорожечную запись

на четырехдорожечном магнитофоне — можно. Четырехдорожечную запись нельзя монтировать, а слегка вытянутая магнитная лента для записи и воспроизведения не годна, так как уровень первой и четвертой дорожки может изменяться.

96. Стереофоническая звукозапись в любительских условиях

Стереофоническая запись и воспроизведение звука позволяют распознавать истинное расположение источников звука. Таким образом, восприятие комплекса звуков, создаваемых оркестром или хором, становится натуральным, как если бы слушатель находился в зале. Кроме того, когда источники звука перемещаются, например при передаче театральной пьесы или оперы, слушатель может свободно следить за всеми перемещениями актеров или певцов. Осуществляется это путем передачи звука по двум и более каналам.

Так, для стереофонической звукозаписи применяют двухдорожечную запись на обычную магнитную ленту, где на одной дорожке пишется звук, идущий с левого канала, а на другой — с правого. При этом требуются специальные стереофонические магнитные головки, представляющие собой комбинацию из двух обычных головок для двухдорожечной записи, а также двух одинаковых усилителей и двух одинаковых громкоговорителей для воспроизведения. В любительской аппаратуре применяют в основном стереофонические универсальные магнитные головки (двухдорожечные и четырехдорожечные), в которых зазоры должны быть расположены точно друг над другом, а взаимное магнитное влияние сведено до минимума.

Для двухдорожечной стереофонической записи, при движении магнитной ленты слева направо и расположении ее обратной стороной к наблюдателю, верхняя дорожка № 1 будет содержать запись левого в направлении от слушателя канала, нижняя № 2 — правого канала.

В четырехдорожечной стереофонической записи при том же расположении и движении магнитной ленты на дорожку № 1 (верхнюю) записывается левый звуковой канал, а на дорожку № 3 — правый. При обратном движении ленты (когда катушки переменены местами) левый канал записывается на дорожку № 4, а правый — на дорожку № 2.

И хотя эффект стереофонического воспроизведения в подавляющем большинстве великолепен, тем не менее распространение стереофонии среди любителей небольшое. Это, вероятно, объясняется тем, что отсутствуют источники получения интересного стереофонического репертуара.

97. Что такое механическая система записи звука?

Основой производства любой грампластинки — многотиражного промышленного производства или уникальной (так называемого прямого воспроизведения) — является механическая система звукозаписи.

Это такая система, при которой на движущемся звуконосителе в соответствии с записываемыми звуковыми колебаниями резцом рекордера вырезается или выдавливается канавка. Запись звука для граммофонных пластинок производится на плоский звуконоситель, имеющий форму диска. При подаче записываемого сигнала на рекордер резец его приходит в колебание и вырезает извилистую канавку, а при отсутствии сигнала канавка на звуконосителе получается ровной, без извилин.

Длительность записи при такой системе зависит от диаметра диска, скорости его вращения и плотности записи, т. е. числа канавок на 1 *см*. В современной промышленной грамзаписи для увеличения продолжительности звучания грампластинки применяют автоматическую регулировку шага записи, т. е. расстояния между соседними канавками. При слабом записывающем сигнале это расстояние сокращается, а при сильном увеличивается. Что касается качества записи на дисках прямого воспроизведения, то оно во многом зависит от применяемого звуконосителя и электроакустических показателей записывающей и воспроизводящей аппаратуры.

98. Возможна ли запись грампластинок в любительских условиях и что для этого необходимо?

Да, возможна. Именно с этого и начала свои первые и довольно трудные шаги любительская звукозапись. В начале тридцатых годов с помощью самодельных звукозаписывающих аппаратов на целлулоидные диски и кольца из киноленты любители записывали речь и музыку. В настоящее время наша промышленность выпускает грампластинки в большом ассортименте и высокого качества, что в любительских условиях получить очень трудно. Основные трудности заключаются в том, что

отсутствует соответствующий материал для звуконосителя, дающий возможность получить записи с широким частотным и динамическим диапазоном. То же самое относится и к аппаратуре, основные узлы которой должны обладать высокой точностью.

99. Как выбрать и проверить магнитофон при покупке?

Прежде чем остановить свой выбор на том или ином типе магнитофона, полезно предварительно ознакомиться с техническими и эксплуатационными данными по таблицам или описаниям.

Интересовать должно следующее:

1. Скорость движения магнитной ленты. Общеизвестно, что чем выше скорость движения магнитной ленты при записи и воспроизведении, тем лучше качественные показатели магнитофона. В бытовых магнитофонах применяются скорости 19,05 *см/сек*, 9,53 *см/сек* и 4,76 *см/сек*. Очень хорошо, если магнитофон имеет две или три скорости. Это делает его более универсальным и экономичным.

2. Полоса записываемых и воспроизводимых частот характеризует основное качество магнитофона. Чем шире полоса записываемых и воспроизводимых частот на высшей скорости продвижения магнитной ленты, тем лучше будет качество звучания.

3. Емкость катушек магнитофона, т. е. вместимость магнитной ленты, свидетельствует о длительности непрерывной записи и воспроизведения.

4. Выходная мощность и количество громкоговорителей с точки зрения размеров аудитории, которую может обслужить при воспроизведении данный магнитофон, а также и о естественности звуковоспроизведения.

5. Количество радиоламп, транзисторов и электродвигателей позволяет (приблизительно) сравнивать между собой магнитофоны по сложности их устройства.

6. Внешнее оформление, особенно если оно настольного типа, должно гармонировать с интерьером обстановки комнаты.

7. Вес и габариты конструкции могут интересовать в основном при выборе магнитофона переносного типа.

Перед тем как отправиться в магазин за покупкой, желательно обзавестись катушкой магнитной ленты с записями, сделанными на хорошем магнитофоне, в репер-

туаре которых должны быть музыкальные произведения медленного темпа в исполнении на рояле (например, этюды Скрябина, вальсы Шопена и т. п.). Лучше всего, если с такой записью и на требуемой скорости будет промышленный магнитофильм или измерительные ленты (ЛИР). Остановив свой выбор на желаемом магнитофоне и ожидая, пока продавец будет готовить вам его для демонстрации, ознакомьтесь и проверьте комплектацию (по прилагаемому списку в инструкции).

Естественно, что во время покупки в условиях магазина невозможно проверить все качественные показатели магнитофона, указанные в его инструкции, поэтому:

1. Сделайте наружный осмотр магнитофона со всех сторон. Нежелательны царапины, вмятины и другие дефекты.

2. Проверьте качество лентопротяжного механизма. Для этого зарядите (или попросите продавца) в магнитофон магнитофильм с записью медленной фортепьянной музыки. Если в лентопротяжном механизме имеются дефекты, то при воспроизведении фортепьяно будет слышно «плавание» звука, напоминающее звучание виброфона или гавайской гитары. То же самое можно обнаружить при воспроизведении измерительной ленты части «Д».

3. Проверьте качество воспроизведения. Если «плавание» не обнаружено, то продолжите воспроизведение магнитофильма, манипулируя регуляторами громкости и тембра. Громкость должна регулироваться плавно, без шорохов и резких изменений уровня. Изменение тембра должно чувствоваться рельефно.

4. Сделайте пробные записи с микрофона, с радиотрансляционной линии или радиоприемника. Во время записи, регулируя уровень ее, необходимо следить, чтобы не было перемодуляции, т. е. чтобы края светлых секторов электроннолучевого индикатора уровня не перекрывали друг друга, а при стрелочном индикаторе уровня его стрелка не должна выходить за пределы цветного сектора на шкале. При прослушивании сделанных записей не должны быть заметны на слух искажения.

5. Проверьте ускоренную перемотку магнитной ленты в обоих направлениях и при разных количествах ее на катушках. При прекращении ускоренной перемотки и

рабочего движения ленты не должно образовываться петель и обрывов. Намотка новой ленты (входящей в комплект) на катушки должна быть плотной, ровной и без выступов.

6. В заключение необходимо проверить автоматические устройства (если таковые имеются): остановка при обрыве ленты, кратковременная остановка рабочего хода, работа счетчика магнитной ленты, наложение записи на запись.

7. К магнитофону должны быть приложены: а) технический паспорт с отметкой наименования магазина и даты продажи; б) талоны на гарантийный ремонт со штампом магазина и датой продажи; в) инструкция пользования магнитофоном.

100. Какая существует литература по звукозаписи?

По теоретическим вопросам магнитной звукозаписи выпущены следующие книги:

Корольков В. Г. Магнитная запись звука, Госэнергоиздат, 1949.

Парфентьев А. И., Пуссэт Л. А. Физические основы магнитной записи звука. Изд-во технико-теоретической литературы. Москва, 1957.

Мирослав Гурка. Магнитофон. Госэнергоиздат, 1960.

Пархоменко В. И. Магнитные головки. Госэнергоиздат, 1960.

Винкель Ф. Техника магнитной записи. Пер. с нем. под ред. проф. Розенблата М. А. Изд-во иностр. лит., 1962.

ЧМИ. Физика магнитной записи. Пер. с англ. под ред. Королькова В. Г. «Энергия», 1967.

Магнитная запись электрических сигналов. Сб. статей. Пер. Вичеса А. И. «Энергия», 1967.

Теория и техника магнитной записи. Пер. с нем., англ. и япон. под ред. Королькова В. Г. «Мир», 1968.

Альтрихтер Э. Магнитная лента. Пер. с нем. под ред. проф. Розенблата М. А. Изд-во иностр. лит., 1959.

Мазо Я. А. Магнитная лента. «Энергия», 1968.

Охотников В. Д. В мире застывших звуков. ОГИЗ, 1947.

Матвеенко А. С. Любительская звукозапись. «Искусство», 1959.

Ефимов Е. Г. Магнитные головки. «Энергия», 1967.

По вопросам конструирования, расчету и испытаниям профессиональной и любительской аппаратуры магнитной звукозаписи выпущены следующие книги:

Колищук В. Т., Травников Е. Н. Конструирование и расчет магнитофонов. Киев, «Техника», 1965.

Козырев А., Фабрик М. Конструирование любительских магнитофонов. Изд-во ДОСААФ, 1967.

Корольков В. Г., Лишин Л. Г. Электрические схемы магнитофонов. «Энергия», 1967.

Кругликов Д. А. Электрические схемы портативных магнитофонов. «Энергия», 1966.

Корольков В. Г. Испытания магнитофонов. «Энергия», 1965.

Курбатов Н. В., Яновский Е. Б. Узлы и детали магнитофонов. «Энергия», 1965.

Кругликов Д. А. Лентопротяжные механизмы портативных магнитофонов. «Энергия», 1968.

Гендин Г. С. Автоматические и ручные регулировки в радиовещательной аппаратуре. «Связь», 1968.

Гендин Г. С. Советы по конструированию радиолюбительской аппаратуры. «Энергия», 1967.

Описания радиолюбительских конструкций магнитофонов имеются в следующих книгах, брошюрах и журналах:

Ежегодник радиолюбителя под ред. Кренкеля Э. Т. «Энергия», 1968.

Колотыгин И. Н. Переносный магнитофон. Госэнергоиздат, 1958.

Детков Е. А. Простой любительский магнитофон. «Энергия», 1964.

Хованский Г. Г. Любительский магнитофон «Нева». Госэнергоиздат, 1959.

Околот В. А. Магнитофон в кармане. «Знание», 1964.

Галин Н., Ривкин Л. Магнитофон «Электрон-4». Изд-во ДОСААФ, 1969.

Сонин Е. К. Портативный магнитофон на транзисторах. Госэнергоиздат, 1961.

Борисов Е., Красиков Л. Портативный транзисторный магнитофон. Сб. «В помощь радиолюбителю», вып. 28. Изд-во ДОСААФ, 1966.

Самодуров Д. В. Простой радиолюбительский магнитофон. «Радио», 1961, № 2.

Поляков Р. Любительский магнитофон «Гамма». «Радио», 1960, № 3.
Зюзин Ю., Петров Е. Портативный магнитофон на транзисторах. «Радио», 1963, № 5—7.
Гайдай П. Спутник туриста (четырехдорожечный магнитофон). «Радио», 1967, № 1—3.
Голубев В. Транзисторный магнитофон. «Радио», 1968, № 5.
Колосов В. Портативный транзисторный магнитофон «Селигер». «Радио», 1969, № 2—3.

Справочные сведения по вопросам магнитной звукозаписи можно найти в следующих книгах:

Справочник по радиоэлектронике. Т. 2, раздел 16, под ред. проф. д. т. н. Куликовского А. А. «Энергия», 1968.
Курбатов Н. В. и Яновский Е. Б. Справочник по магнитофонам. «Энергия», 1966.
Справочник начинающего радиолюбителя, раздел 29, под ред. Малинина Р. М. «Энергия», 1965.
Терещук Р. М., Фукс Л. Б. Справочник радиолюбителя. Малогабаритная радиоаппаратура. гл. X. Киев, «Наукова Думка», 1967.
Богданович Б., Ваксер Э. Краткий радиотехнический справочник, гл. IV. «Беларусь», Минск, 1968.
Шлейснер Р. Р. Ремонт бытовых магнитофонов. «Легкая индустрия», 1965.
Гинзбург М. Д. Магнитофоны. «Энергия», 1966.
Бурлянд В. А., Жеребцов И. П. Хрестоматия радиолюбителя, гл. 8, «Энергия», 1966.

О механической системе звукозаписи имеются следующие книги и брошюры:

Корольков В. Г. Механическая система записи звука. Госэнергоиздат, 1951.
Бектабегов А. К. и Жук М. С. Рекордер для записи на диск. Госэнергоиздат, 1951.
Васильев Г. А. Запись звука на целлулоидных дисках. Госэнергоиздат, 1961.
Аполлонова Л. П., Шумова Н. Д. Механическая звукозапись, «Энергия», 1964.

СОДЕРЖАНИЕ

Самодуров Дмитрий Васильевич

100 ВОПРОСОВ И ОТВЕТОВ ПО ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ ЗВУКОЗАПИСИ

Редактор *А. И. Важинская*
Художественный редактор *Г А Гудков*
Технический редактор *В. И. Семенова*
Корректор *М. Э. Орешенкова*

Сдано в производство 3/II 1970 г. Подписано к печати 30/IV 1971 г. М-22313. Печ л прив 6,3 Уч.-изд. л. 6,14 Бум л 1,9 Бумага типографская № 2, формат 84 ×108[1]/32. Тираж 100 000 экз. Заказ 1819. Цена 25 коп

Ленинградское отделение издательства «Энергия», Марсово поле, 1.

Ордена Трудового Красного Знамени Ленинградская типография № 1 «Печатный Двор» им А. М Горького Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР, г. Ленинград, Гатчинская ул., 26

Цена 25 коп.